

T H E S E

présentée

A L'UNIVERSITE DE PARIS - SUD

CENTRE D'ORSAY

en vue d'obtenir le titre de Docteur Ingénieur

Spécialité : ELECTRONIQUE (TRAITEMENT DE L'INFORMATION)

par

Daniel AZAM

Sujet : EXPLOITATION OPTIMISEE D'UN ORDINATEUR

D'ACQUISITION DE TELEMESURES SPATIALES

Soutenue le ²⁶ ^{Novembre} Octobre 1971, devant la Commission d'Examen

Messieurs P. GRIVET Président

P. DEBRAINE

Examineurs

L. DONADIEU

T H E S E

présentée

A L'UNIVERSITE DE PARIS - SUD

CENTRE D'ORSAY

en vue d'obtenir le titre de Docteur Ingénieur

Spécialité : ELECTRONIQUE (TRAITEMENT DE L'INFORMATION)

par

Daniel AZAM

Sujet : EXPLOITATION OPTIMISEE D'UN ORDINATEUR

D'ACQUISITION DE TELEMESURES SPATIALES

Soutenue le Octobre 1971, devant la Commission d'Examen

Messieurs P. GRIVET Président

P. DEBRAINE

Examineurs

L. DONADIEU

1911

1911

1911

1911

1911

1911



1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

INTRODUCTION

1 - DESCRIPTION DE LA CHAÎNE D'ACQUISITION DES TELEMESURES

PAGE 3

1.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX

1.1.1. Mesure de la Vitesse

1.1.2. Mesure de la Pression

Le présent travail a été réalisé au CENTRE DE TRAITEMENT DES TELEMESURES du C.N.E.S. à Brétigny, sur la chaîne CARINA (Chaîne Automatique d'Acquisition et de Restitution d'Informations Numériques et Analogiques).

J'adresse tous mes remerciements au personnel du C.N.E.S., et en particulier à Madame MONTREUIL et à Messieurs P. COUDREAU, R. GOHE, A. JOSSIC, A. MAHE, G. RAPHAEL et J.C. TERRISSON pour l'aide qu'ils m'ont apportée.

Je suis tout particulièrement reconnaissant envers Monsieur le Professeur P. GRIVET, ainsi qu'envers Messieurs P. DEBRAINE et L. DONADIEU, qui ont bien voulu accepter de s'intéresser à mon travail et de constituer le jury de ma soutenance de thèse.

D. AZAM

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

1 - DESCRIPTION DE LA CHAINE D'ACQUISITION DES TELEMESURES

Page 4

1.1 EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES

- 1.1.1 Modules FM, QUA, PCM
- 1.1.2 Ensemble Base de Temps
- 1.1.3 Répartiteur d'entrées
- 1.1.4 Console de commande
- 1.1.5 Module d'interconnexions

1.2 LE CALCULATEUR IBM 1800

- 1.2.1 Le HARDWARE
 - Généralités, périphériques
 - Système d'interruptions
- 1.2.2 Le système d'exploitation TSX ON LINE
 - Utilisation de la mémoire centrale
 - Composition du squelette
 - Programmes sur disque
 - Fonctionnement du système
- 1.2.3 Le système d'exploitation MPX

1.3 LES TRAVAUX EFFECTUES

- 1.3.1 Acquisitions et traitements en temps réel
 - Acquisitions
 - Traitements en temps réel
 - Cadence des acquisitions
- 1.3.2 Traitements en temps différé
- 1.3.3 Mises au point

2.1 CAUSES HUMAINES

2.1.1 Réserve de la machine par les programmeurs

- Organisation du travail
- Avantages
- Inconvénients

2.1.2 Opérations manuelles pendant les acquisitions

2.2 CAUSES MATERIELLES

2.2.1 Temps machine inutilisé pendant les acquisitions

- Occupation de l'unité centrale et de la mémoire
- Fractionnement des temps morts
- Cas du traitement en temps réel

2.2.2 Temps machine inutilisé pendant les traitements différés

3 - UTILISATION DU SYSTEME TSX ON LINE

3.1 LE "SOFTWARE" ADAPTE

3.1.1 Génération du système

- Assemblage du directeur
- Choix des niveaux de priorité

3.1.2 SOFTWARE d'acquisition

- Généralités
- Moniteur
- Préparation
- Simulation
- Initialisation
- Départ temporaire
- Arrêt temporaire
- Marque de bande
- Exécution
- Arrêt définitif
- Traitements en temps réel
- Protection contre les erreurs

3.1.3 SOFTWARE de traitement

3.2 AVANTAGES

3.2.1 Traitement par lots

- Inconvénients
- Avantages

3.2.2 Programmes prioritaires

- Définitions
- Utilisation des CM d'interruption
- Utilisation des CM principales
- Avantages
- Problèmes posés

3.2.3 Acquisitions simultanées en squelette

3.3 DIFFICULTES ET INCONVENIENTS

3.3.1 Adaptation des programmes

- Traitement des interruptions de processus
- Programmation des entrées-sorties
- Masquage des niveaux d'interruption
- Utilisation des compteurs de temps
- Modification des priorités
- Taille en mémoire

3.3.2 Problèmes de cadence

- Limitations en cadence
- Limitation due au traitement de l'interruption de cycle
- Amélioration du temps d'analyse
- Amélioration du temps de masquage
- Conclusion

3.3.3 Conflits dus à la multiprogrammation et au partage de temps

3.3.3.1 Utilisation de la mémoire centrale

3.3.3.2 Partage des canaux d'entrée-sortie

- Entrées-sorties numériques et analogiques
- Périphériques classiques
- Bandes magnétiques

3.3.3.3 Protection contre les erreurs

- Généralités
- Classement des travaux
- Cas des erreurs graves

3.3.4 Rigidité du software d'acquisition

3.3.5 Difficultés de mise au point

4 - UTILISATION DU SYSTEME MPX

page 93

4.1 DIFFICULTES

4.2 AVANTAGES

4.3 CONCLUSION DU CHAPITRE 4

CONCLUSION

page 100

APPENDICE

page 103

I N T R O D U C T I O N

Grâce aux progrès de l'électronique, la puissance de calcul des ordinateurs augmente sans cesse. A chaque étape dans l'évolution de la technologie, tubes, puis transistors et circuits intégrés, le nombre d'opérations par seconde a décuplé. Le problème de l'exploitation des possibilités ainsi offertes se pose avec toujours plus d'acuité.

Le développement des techniques du traitement par lots, du partage de temps, de la multiprogrammation, a permis aux installations importantes de travailler avec un rendement acceptable, grâce à l'adaptation constante entre les ressources du système et les demandes de travaux.

Le cas des petites et moyennes installations est plus critique à ce point de vue. En premier lieu, l'exigüité de la mémoire centrale et des mémoires auxiliaires restreint notablement les possibilités du système d'exploitation. De plus, le volume relativement faible du travail à traiter rend plus difficile l'amortissement de ses fluctuations au cours du temps.

Le cas de la chaîne d'acquisition du CENTRE DE TRAITEMENT DES TÉLÉMESURES est caractéristique à cet égard. Le système d'exploitation TSX, le plus évolué possible dans la configuration initiale de l'ordinateur IBM 1800, permet au plus le traitement par lots et un type particulier de temps partagé. D'autre part, la charge de travail de la chaîne est très variable au cours du temps et est fonction d'événements extérieurs, comme, par exemple, le lancement d'un satellite. Qui plus est, la chaîne est soumise à toutes les contraintes du temps réel. Les informations à traiter, les télémesures, parviennent à l'ordinateur à leur rythme propre, et à des instants bien déterminés, comme les heures de passage d'un satellite, par exemple.

On comprendra que, dans ces conditions, les possibilités de l'ordinateur soient assez mal utilisées. Nous avons essayé de porter remède à deux causes principales de perte de temps, les interventions manuelles sur les équipements, et la lenteur relative du flux d'informations à traiter. En effet, l'exploitation d'une télémesure nécessite de nombreux tests, tant sur les équipements de la chaîne que sur la télémesure elle-même : les interventions humaines restent nombreuses, malgré le haut degré d'automatisation de la chaîne.

En outre, les cadences des télémesures couvrant une gamme très large, de quelques centaines de paramètres à plusieurs dizaine de milliers par seconde. Les performances de la chaîne sont adaptées aux rythmes les plus rapides ; aussi, dans la plupart des cas, l'unité centrale de l'ordinateur est-elle en attente quasi permanente, sa rapidité de calcul étant sans commune mesure avec la vitesse d'arrivée des données.

L'organisation du travail sur deux plans, traitement par lots et tâches prioritaires, permet, grâce aux possibilités de partage de temps du système TSX, de récupérer une partie des temps perdus dans les interventions manuelles. Les programmes d'acquisition et de traitement des télémesures doivent être mis sous une forme prioritaire, et les autres travaux sont soumis aux exigences du traitement par lots.

Le problème posé par la lenteur relative des télémesures est plus délicat. Les temps morts sont trop fractionnés pour permettre le chargement d'un programme de fond en mémoire quand l'unité centrale est en attente.

Nous avons donc essayé d'écrire des programmes d'acquisition exécutables en quasi-simultanéité avec un travail de fond. La difficulté peut être ainsi tournée, mais il faut satisfaire alors à toutes les exigences de la multiprogrammation, relatives au partage des ressources et à la protection des programmes. On est donc conduit soit à compléter le système, soit à l'abandonner pour un véritable système de multiprogrammation.

Nos modestes tentatives pour améliorer les performances du système TSX ont permis une exploitation assez satisfaisante de ce système, avec quelques possibilités de multiprogrammation. Malgré tout, la seule solution convenable à long terme est l'utilisation du système de multiprogrammation MPX, rendue possible grâce à une augmentation de la capacité de la mémoire centrale.

1 - DESCRIPTION DE LA CHAÎNE

D'ACQUISITION DE TÉLÉMESURES

1 . 1 - E Q U I P E M E N T S E L E C T R O N I Q U E S

1.1.1 - MODULES FM - QUA - PCM

Les télémessures traitées peuvent être du type PCM, FM, PAM, PDM ou PFM. La source de signaux est en général un enregistreur magnétique analogique, mais les signaux peuvent aussi provenir "en direct" de la station de réception. Par l'intermédiaire du répartiteur d'entrées, ils arrivent sur un des groupes de modules suivants :

PCM

La télémessure est déjà sous forme numérique. Deux modules effectuent l'un la synchronisation de bit, l'autre la synchronisation de format.

PAM, PDM, PFM

Ces trois types sont traités par un ensemble unique baptisé QUATANT (abréviation QUA), et composé d'un synchroniseur et d'un numériseur.

FM

Après discrimination, on obtient un ensemble de voies continues qui sont échantillonnées l'une après l'autre, et numérisées par le module FM. La cadence d'échantillonnage et les voies à numériser sont choisies par l'opérateur. Un canal de sortie numérique permet de programmer le mode de balayage des voies : mode séquentiel ou mode adressable, et d'envoyer au module le numéro des voies à prélever.

Après numérisation, toutes les télémessures se présentent sous la forme d'une succession cyclique de paramètres numériques. Ces paramètres sont envoyés au calculateur par un des trois canaux d'entrée numérique suivants : entrée FM, entrée QUATANT, entrée PCM. Une interruption, produite par le synchroniseur secondaire PCM, le synchroniseur QUATANT ou le numériseur FM, signale au calculateur le début de chaque cycle.

Pour la PCM, on peut avoir une interruption distincte tous les n cycles signalant le début du format (cycle long).

1.1.2 - ENSEMBLE BASE DE TEMPS

La base de temps est une horloge qui communique le temps à l'ordinateur par le canal d'entrée numérique réservé à cet effet. Elle peut fonctionner de façon autonome, avec déclenchement par événement remarquable (top de mise à feu), ou bien être pilotée par un signal (temps codé, fréquence pure) fourni en direct ou enregistré avec la télémessure.

Un temps prédéterminé peut être programmé dans un registre spécial de la base de temps. Quand ce temps est atteint, une interruption est envoyée au calculateur.

1.1.3 - REPARTITEUR D'ENTREES

C'est une matrice à relais qui permet d'établir les connexions entre les sources de signaux (différentes pistes d'un enregistreur, par exemple) et les équipements de numérisation. Les branchements sont commandés à partir d'un clavier, ou bien programmés par le calculateur. Les liaisons réalisées sont affichées sur un panneau lumineux.

1.1.4 - CONSOLE DE COMMANDE

La console comprend principalement des claviers pour la télécommande des enregistreurs magnétiques et des équipements électroniques, des voyants pour l'affichage du temps et de certaines conditions, des touches pour l'envoi d'interruptions au calculateur.

1.1.5 - MODULE D'INTERCONNEXIONS (MI)

Il sert à l'adaptation entre les équipements et le calculateur, ainsi qu'à la programmation des modules par ce dernier, un canal, appelé Sortie Numérique MI, étant utilisé à cet effet.

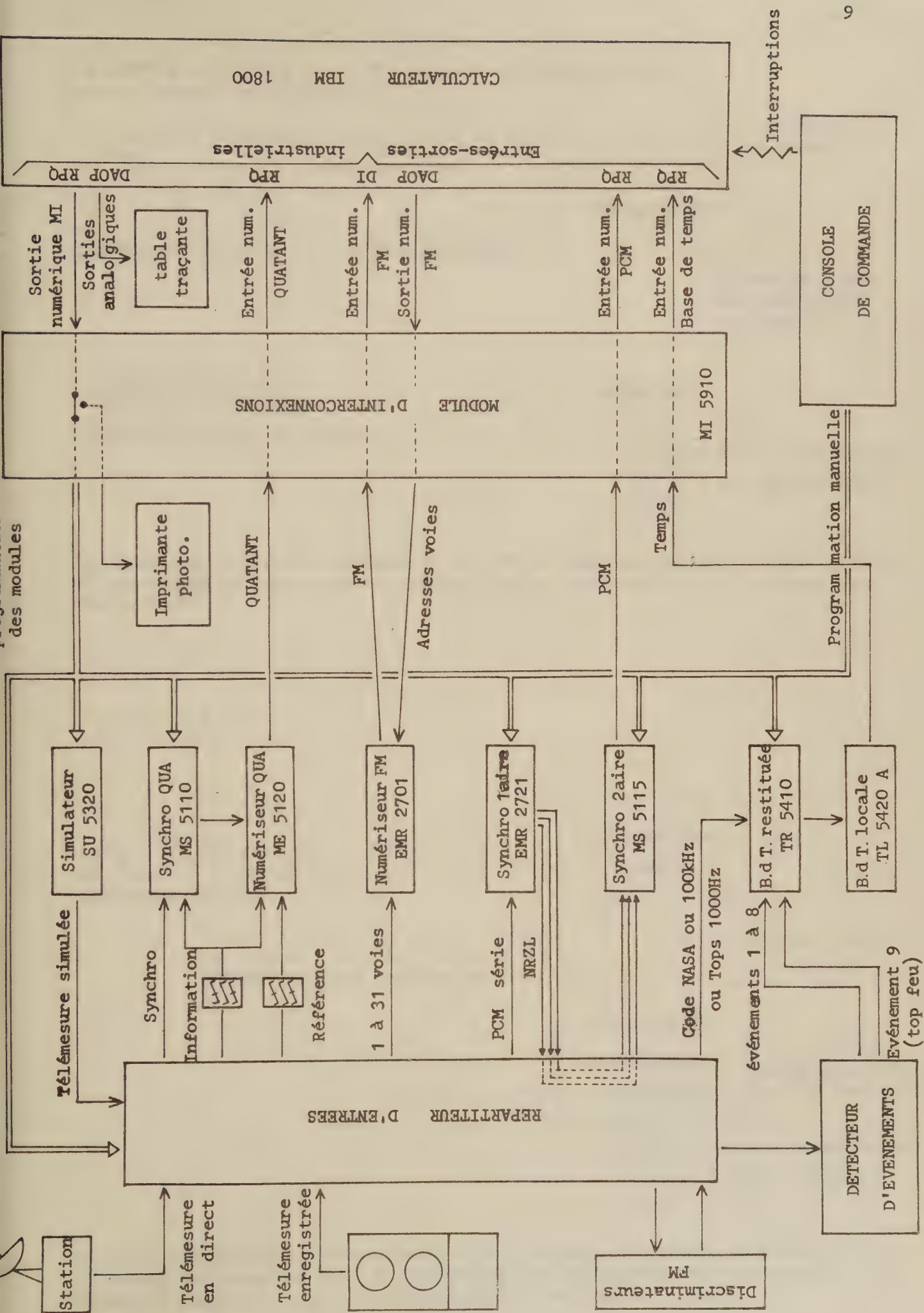
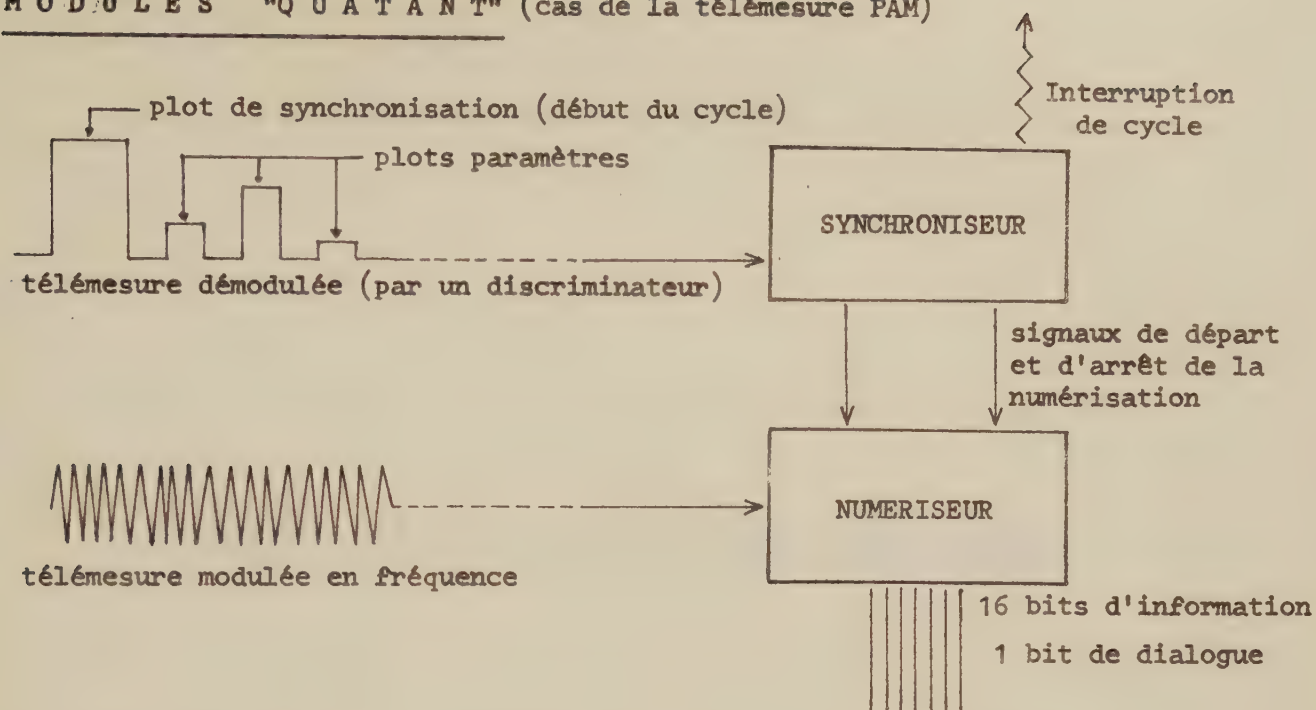


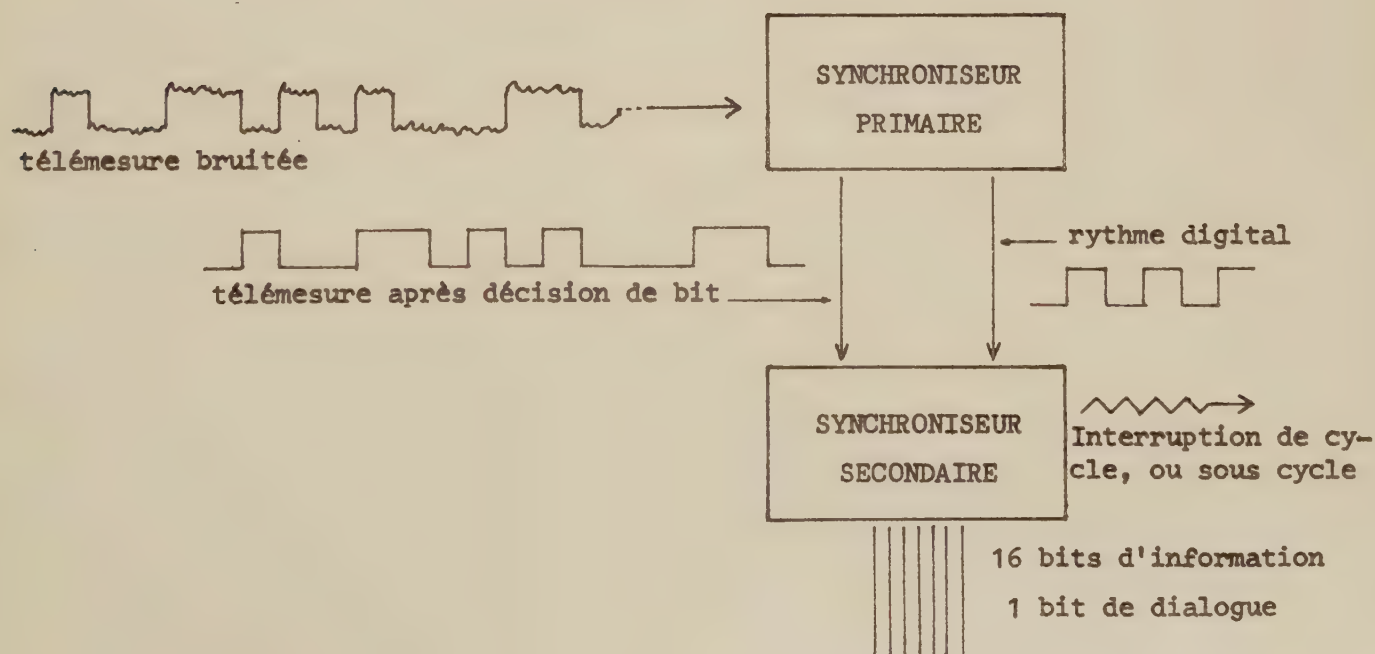
fig. 1 § 1.1

MODULES "QUANTANT" (cas de la télémesure PAM)



Le numériseur compte les passages à zéro de la fréquence porteuse modulée, pendant un intervalle de temps constant, choisi par le synchroniseur à l'intérieur de chaque plot.

MODULES PCM



Le synchroniseur primaire cherche le rythme digital, et fait la décision de bit. Le second synchroniseur fait la conversion série-parallèle pour chaque mot. Il recherche aussi les mots de synchronisation (cycle ou sous cycle).

1 . 2 - L E C A L C U L A T E U R I B M 1 8 0 0

1.2.1 - LE " HARDWARE "

1.2.1.1 - GENERALITES - PERIPHERIQUES

L'IBM 1800 est un ordinateur industriel de conduite de processus. Sa capacité est de 32 Kmots de 16 bits, avec un cycle de base de 2 μ s.

De nombreux canaux d'entrées-sorties industrielles numériques ou analogiques sont disponibles, soit dans la version standard (Basic), soit en supplément (RPQ). La chaîne CARINA utilise les entrées numériques pour la transmission du temps et des paramètres des télémesures, les sorties numériques pour la programmation des équipements (cf § 1.1).

Pour les entrées-sorties classiques, le calculateur est normalement équipé des organes suivants :

- disques 1810
- lecteur-perforateur de cartes 1442
- imprimante 1443
- machines à écrire 1053 et 1816
- deux dérouleurs de bandes 2402 (7 pistes et 9 pistes).

La configuration de la chaîne CARINA est plus étendue. Elle comprend en outre les périphériques ci-dessous :

- troisième dérouleur de bandes 2402 (9 pistes)
- unité à écran cathodique et clavier 2260

La programmation des entrées-sorties supplémentaires, classiques ou industrielles, est entièrement à la charge de l'utilisateur.

1.2.1.2 - SYSTEME D'INTERRUPTIONS

INTERRUPTIONS D'ENTREE-SORTIE

Elles se produisent en cas d'erreur pendant une entrée-sortie, ou bien quand l'opération est terminée. Chaque unité a un mot d'état ou "DSW" (Device Status Word) qui permet d'identifier la cause de l'interruption.

INTERRUPTIONS DE PROCESSUS

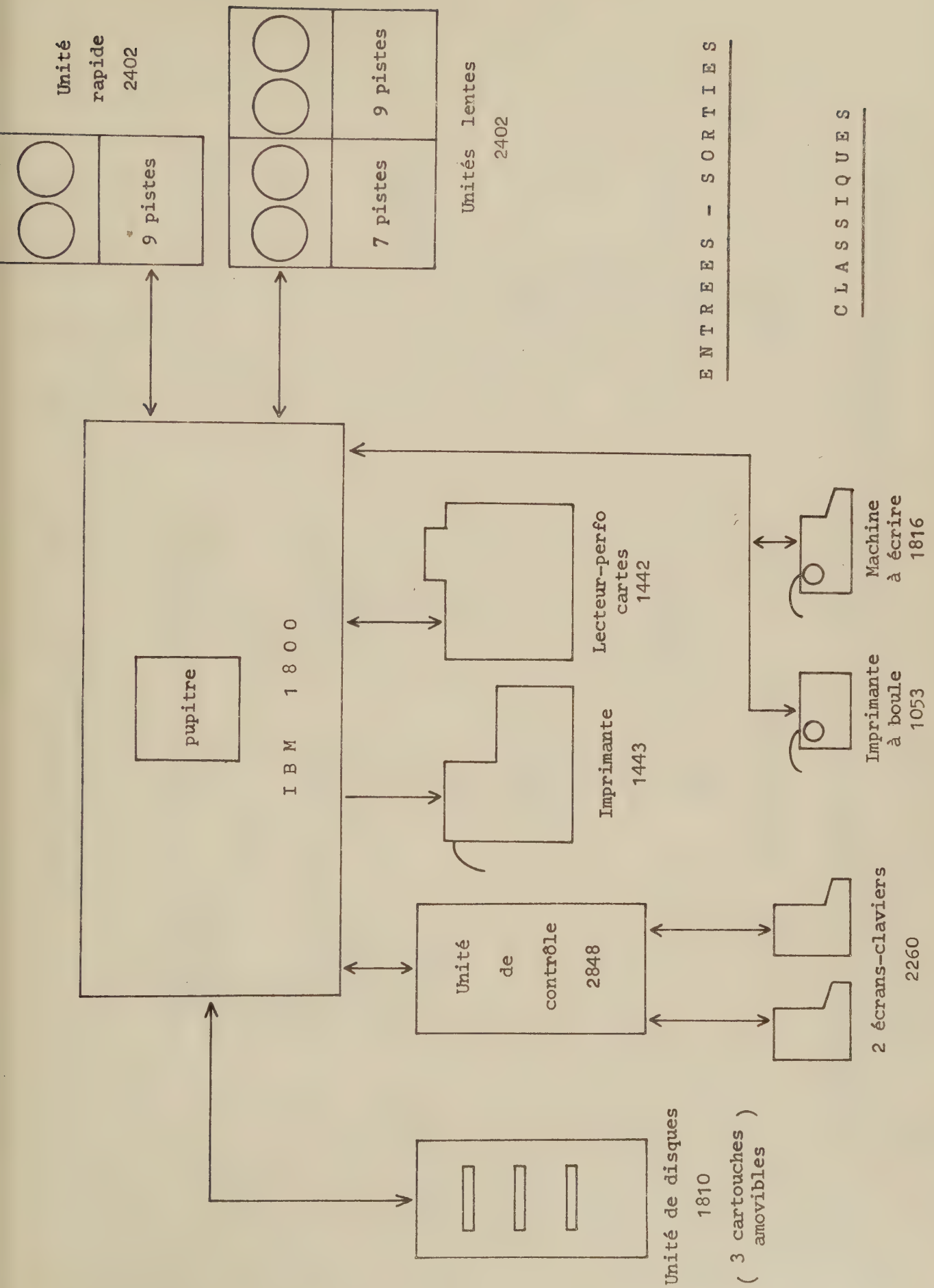
Elles sont provoquées par l'envoi de signaux électriques à un bornier situé sur la face arrière de l'unité centrale. Les bornes sont groupées par 4, 8 ou 16, et à chaque groupe correspond un mot d'état dit "PISW" (Process Interrupt Status Word), dont chaque bit est mis à 1 à l'apparition d'un signal sur la borne correspondante.

NIVEAUX DE PRIORITE

On a au maximum 24 niveaux de priorité. A chacun d'eux est associé un mot d'état dit "ILSW" (Interrupt Level Status Word). A chaque bit de ce mot correspond un DSW ou un PISW (ou rien). Il peut y avoir plusieurs DSW, mais jamais plus d'un PISW.

Un niveau peut être "masqué" par programme ; le traitement des interruptions est alors différé.

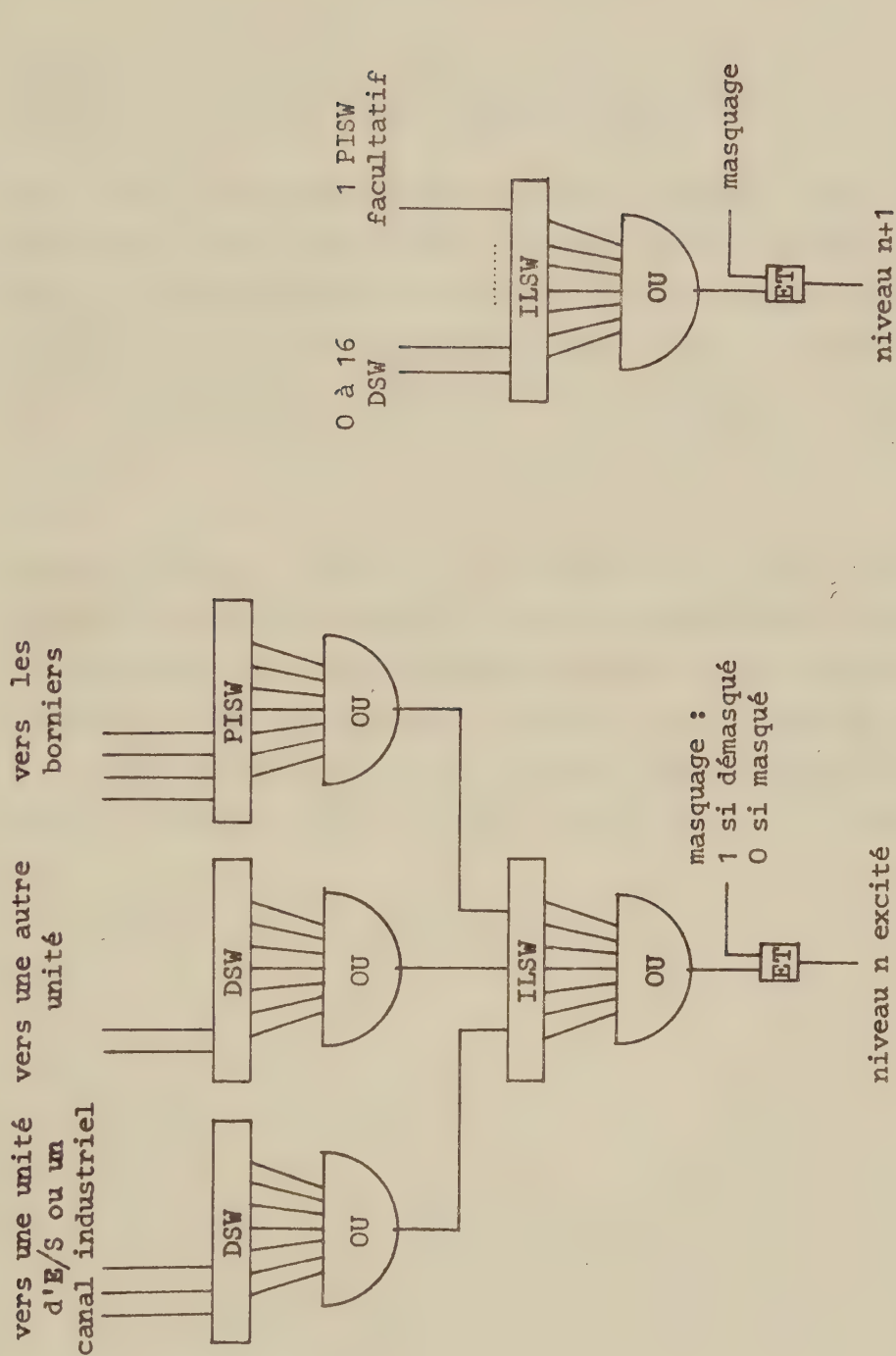
On peut aussi programmer des interruptions sur un niveau (une seule en TSX).



ENTREES - SORTIES

CLASSIQUES

Fig. 3 1.2.1



Les interruptions sont enregistrées dans des registres de 16 bascules :

DSW = Device Status Word

PISW = Process Interrupt Status Word

ILSW = Interrupt Level Status Word

Un DSW par unité d'E/S ou par canal industriel.

L'ILSW regroupe les interruptions d'un même niveau, pouvant provenir de plusieurs DSW (0 à 16), et, éventuellement d'un PISW (1 PISW au plus par niveau).

A N N E X E 1

REMARQUE AU SUJET DES OPERATIONS D'ENTREE-SORTIE

Les unités lentes fonctionnent en mode programmé. Une instruction est nécessaire pour la transmission de chaque mot. Le mode canal permet, pour les unités rapides, de transmettre une table, ou plusieurs tables enchaînées, au moyen d'une seule instruction. La logique du canal prend en charge le balayage des tables en mémoire, et la synchronisation avec le rythme de l'unité. L'accès en mémoire a lieu par vol de cycle.

Pour les entrées-sorties industrielles, on a le choix entre les deux modes, bien que le second soit le plus intéressant. Le canal peut fonctionner à sa vitesse maximale (synchronisation interne), ou être ralenti par une synchronisation externe. Les lignes de communication d'un canal arrivent sur un ou plusieurs registres que l'on peut explorer séquentiellement, ou dans un ordre défini à l'avance.

1.2.2 - LE SYSTEME D'EXPLOITATION T S X

Le système TSX (Time Sharing EXecutive) existe en deux versions. La version OFF LINE est une variante simplifiée qui ne permet que le traitement par lots. C'est elle qui était en service jusqu'à présent. Nous ne parlerons ici que de la version complète, dite ON LINE.

1.2.2.1 - UTILISATION DE LA MEMOIRE CENTRALE

La mémoire est divisée en deux zones, dont la taille est fixée à la génération du système :

- une ZONE RESIDENTE ou SQUELETTE, dans laquelle sont logés à demeure les programmes du système le plus souvent utilisés.
- une ZONE VARIABLE (VCORE) occupée alternativement par les travaux de l'utilisateur et par certains programmes du système, chargés à partir du disque.

Dans notre application, le squelette occupe 12 500 mots, la zone variable 20 268.

1.2.2.2 - COMPOSITION DU SQUELETTE

SOUS PROGRAMMES D'ENTREE-SORTIE

Ils assurent la gestion des unités utilisées par les programmes du squelette : disques, machines à écrire, lecteur de cartes et imprimante.

LE DIRECTEUR (SYDIR)

C'est la clé de voûte du système. Il comprend les modules suivants :

- TSC (Time Sharing Control) : partage le temps entre les travaux en temps réel du PROCESSUS INDUSTRIEL et les autres (traitement par lots).

- MIC (Master Interrupt Control) : assure la gestion des interruptions.
- ITC (Interval Timer Control) : assure le fonctionnement des compteurs internes.
- PSC (Program Sequence Control) : permet l'enchaînement des programmes de processus.
- EAC (Error Alert Control) : analyse les erreurs et prend les mesures nécessaires.

PROGRAMMES DE L'UTILISATEUR

Placés en squelette par l'utilisateur à la génération du système.

ZONES DE COMMUNICATION

La ZONE FIXE occupe les adresses 0 à 198 et permet les communications entre les programmes du système. C'est là que se trouvent les 24 MOTS RESERVES contenant les adresses des points d'entrée du MIC pour chaque niveau.

L'INSKEL COMMON est une zone réservée à l'utilisateur et qui permet la transmission d'information entre les programmes d'application qui se succèdent en zone variable, et éventuellement aussi des échanges avec les programmes en squelette.

1.2.2.3 - PROGRAMMES SUR DISQUES

COLD START (CLDST)

Une copie du squelette est conservée en permanence sur disque. Le programme de COLD START permet son chargement en mémoire au démarrage de la machine (COLD START proprement dit), ou en cas d'erreur grave (RELOAD). A la mise en marche de l'ordinateur, l'utilisateur doit attribuer à un programme le rôle de CHARGE MEMOIRE DE COLD START. Ce programme est alors chargé et exécuté en zone variable. Il est rechargé et exécuté à nouveau chaque fois que l'EAC demande un rechargement du squelette (RELOAD).

MONITEUR_NON_PROCESSUS_(NPM)_

Le NPM contrôle les trains de travaux présentés au lecteur de cartes (traitement par lots). Il comprend un superviseur pour interpréter les cartes de contrôle, un utilitaire (DUP : Disk Utility Program) pour le stockage de programmes sur disque, un compilateur FORTRAN et un assembleur, un constructeur de charges mémoire (CLB : Core Load Builder).

BIBLIOTHEQUES

La BIBLIOTHEQUE TRANSLATABLE se compose des utilitaires du système (entrées-sorties, conversions, fonctions, etc...) et des programmes objets que l'utilisateur veut conserver (résultats d'assemblages et de compilations).

A partir d'un programme objet et des sous programmes appelés par celui-ci, le CLB, en translatant les adresses et en établissant les branchements, construit une charge mémoire (CM) exécutable en zone variable. Ces charges mémoire peuvent être conservées dans la BIBLIOTHEQUE FIXE.

1.2.2.4 - FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

L'utilisation de la zone variable est partagée entre les travaux NON PROCESSUS et les travaux DE PROCESSUS, en temps réel et prioritaires.

TRAVAUX_NON_PROCESSUS

Ce sont les travaux du traitement par lots :

- assemblages et compilations
- constructions de CM par le CLB
- stockages en bibliothèque par le DUP
- exécutions de CM NON PROCESSUS (CMNP). En effet, les charges mémoire peuvent être déclarées NON PROCESSUS au moment de leur construction. On peut les exécuter à ce moment, ou bien les enregistrer en bibliothèque fixe pour une ou plusieurs exécutions ultérieures.

Tous les travaux NON PROCESSUS sont commandés par des cartes de contrôle.

TRAVAUX DE PROCESSUS

Ce sont uniquement des exécutions de CHARGES MEMOIRE DE PROCESSUS, ces CM étant toujours chargées en mémoire à partir de la Bibliothèque Fixe.

On peut construire plusieurs sortes de CM DE PROCESSUS :

- CM Principales (CMP)
- CM d'Interruption (CMI)
- CM Combinées (CMC)

Ces CM sont appelées de différentes manières suivant leur catégorie.

Les méthodes d'appel les plus fréquentes sont les suivantes :

a) CHARGES MEMOIRE D'INTERRUPTION.

A chaque CMI on peut associer une ou plusieurs interruptions DE PROCESSUS. Quand le MIC reconnaît l'une d'elles, il suspend le travail en cours, le sauvegarde sur disque et appelle à sa place la CMI en zone variable.

b) CHARGES MEMOIRE PRINCIPALES.

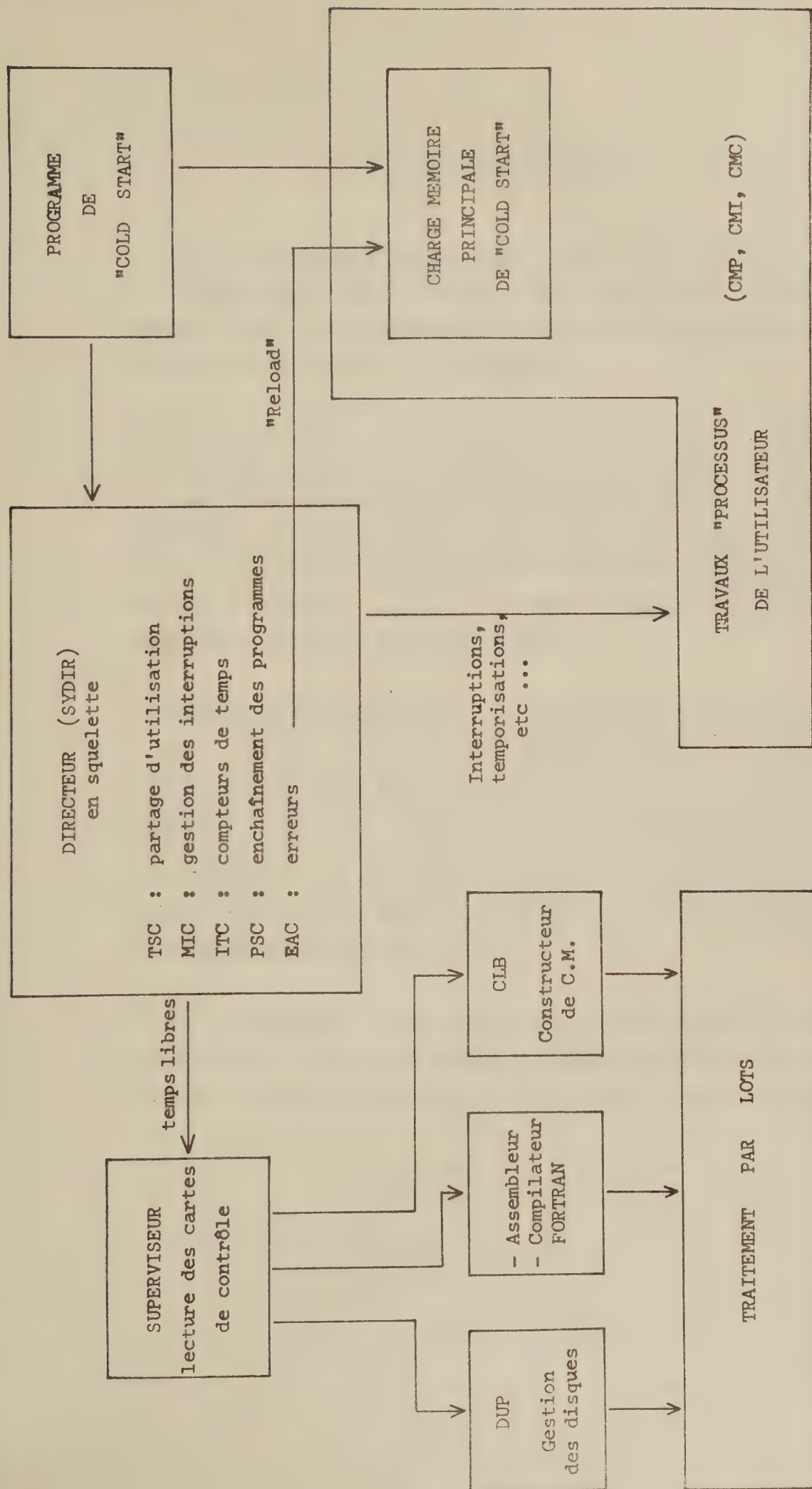
La première CMP utilisée est la CMP de COLD START.

A la fin d'une CMP, on peut demander l'exécution d'une autre CMP de deux manières : en la nommant dans un ordre CALL CHAIN, ou bien en allant la chercher dans la file d'attente. En effet, tout programme DE PROCESSUS peut mettre des CMP en queue (CALL QUEUE).

L'ordre CALL VIAQ à la fin d'une CMP fait exécuter la CM la plus prioritaire de la file d'attente.

c) CHARGES MEMOIRE COMBINEES.

Les CMC jouent suivant les cas le rôle des CMP ou des CMI.



1.2.3 - LE SYSTEME M P X

Le système MPX (Multiprogramming Executive) est un système prévu par IBM pour l'ordinateur 1800. Il n'a pas été utilisé jusqu'à présent, car le résident prend trop de place, mais l'achat d'une extension de la mémoire permettra de profiter de ses avantages.

Le MPX permet, comme le TSX, d'utiliser la zone variable de la mémoire pour le traitement par lots interrompu par des travaux DE PROCESSUS ; mais des zones supplémentaires ont été prévues en mémoire centrale : les PARTITIONS. Le nombre de partitions et leur taille sont fixés à la génération du système. Des programmes DE PROCESSUS prioritaires se succèdent dans ces partitions. Le travail en zone variable continue pendant les temps d'entrée-sortie de ces programmes.

Les opérations d'entrée-sortie sont complètement différentes de celles du TSX. Lors de l'appel d'un sous programme d'E/S, les paramètres de la liste d'appel sont mis en file d'attente après les listes des appels précédents au même sous programme, qui proviennent en général d'une autre partition. L'opération n'a pas lieu tout de suite, comme en TSX, mais seulement quand les autres listes de la queue ont été prises en compte. Les conflits entre appels d'une même unité à partir de partitions différentes sont ainsi résolus.

Enfin, le MPX offre de plus grandes possibilités dans le maniement des interruptions : choix d'un niveau d'exécution distinct du niveau d'interruption, toutes les interruptions DE PROCESSUS sont programmables.

1 . 3 - L E S T R A V A U X E F F E C T U E S

1.3.1 - ACQUISITIONS ET TRAITEMENTS EN TEMPS REEL

1.3.1.1 - ACQUISITIONS

Par acquisition, on entend l'enregistrement sur une bande numérique (en général la bande rapide 9 pistes) des paramètres de la télémessure datés par la base de temps. La mémoire du 1800 sert de tampon entre les modules électroniques et la bande.

Deux GRANDES TABLES en mémoire sont alternativement remplies au rythme de la télémessure, et écrites sur bande une fois pleines. Chacune se compose d'un certain nombre de TABLES ELEMENTAIRES ou PETITES TABLES, formées d'un groupe d'informations de temps et de servitudes, et des paramètres d'un cycle (TABLE TEMPS d'une douzaine de mots et TABLE PARAMETRES de longueur variable).

Les GRANDES TABLES ou TABLES D'ACQUISITION occupent chacune environ mille mots de la mémoire.

Les ordres de lecture d'une TABLE ELEMENTAIRE, et d'écriture éventuelle d'une GRANDE TABLE, sont donnés par le sous programme d'interruption de cycle. Dans le cas des télémessures FM, seul le temps est lu par ce sous programme. Les TABLES DE PARAMETRES sont chaînées les unes aux autres, et l'ordre de lecture n'est donné qu'une fois.

1.3.1.2 - TRAITEMENTS EN TEMPS REEL

On appelle TRAITEMENT tout calcul numérique sur les paramètres de la télémessure. Le traitement en temps réel (ou TEMPS REEL par abréviation) s'effectue au moment même où la télémessure est numérisée ou synchronisée par les modules électroniques. Dans ce cas, le sous programme de cycle n'écrit pas sur bande les GRANDES TABLES pleines, mais appelle plus ou moins directement un programme de TEMPS REEL qui fait le traitement de la

GRANDE TABLE. En général, les résultats de celui-ci remplissent alternativement deux tables dites DE PURGE qu'on écrit ensuite sur une unité de sortie quelconque (bandes, écran 2260, etc...).

1.3.1.3 - CADENCES DES ACQUISITIONS

LIMITATION DUE A L'UNITE DE BANDES

La limite dépend de la dimension des GRANDES TABLES. Plus elles sont grandes, moins le temps de démarrage de la bande a d'influence. En fait, au delà d'un millier de mots, on ne gagne plus grand'chose à les agrandir, et le gain ne compense pas le gaspillage de la mémoire. Dans ce qui suit, ainsi qu'au paragraphe 2.2.1, on suppose avoir des GRANDES TABLES de 1000 mots. Ces tables peuvent avoir jusqu'à 1200 mots, mais les résultats sont très voisins.

L'unité de bandes peut écrire 45 000 mots par seconde, avec un temps de démarrage de 5,3 ms. Le temps d'écriture d'une GRANDE TABLE est donc :

$$t_E = \frac{1000}{45000} + \frac{5,3}{1000} \approx 27,5 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Une GRANDE TABLE ne contient pas que les paramètres de la télémessure. Si N est le nombre de MOTS PARAMETRES prélevés à chaque cycle (un paramètre peut être numérisé dans un format à plusieurs mots de calculateur), une TABLE ELEMENTAIRE ne contient pas N mots, mais N + 15, à cause des informations de temps et des mots de contrôle (numéros de registres, servitudes, etc...) qui occupent 15 mots. Une GRANDE TABLE contient K TABLES ELEMENTAIRES, et l'on a :

$$K = E \left(\frac{1000}{N+15} \right) \quad (E(x) = \text{partie entière de } x)$$

Si F est la cadence de la télémessure, en MOTS CALCULATEUR ou MOTS PARAMETRES par seconde, le temps de lecture d'une GRANDE TABLE est :

$$t_L = \frac{KN}{F}$$

La cadence limite est atteinte quand les deux temps sont égaux.

$$t_L = t_E \quad \text{ou} \quad F = \frac{10^3 \cdot KN}{27,5}$$

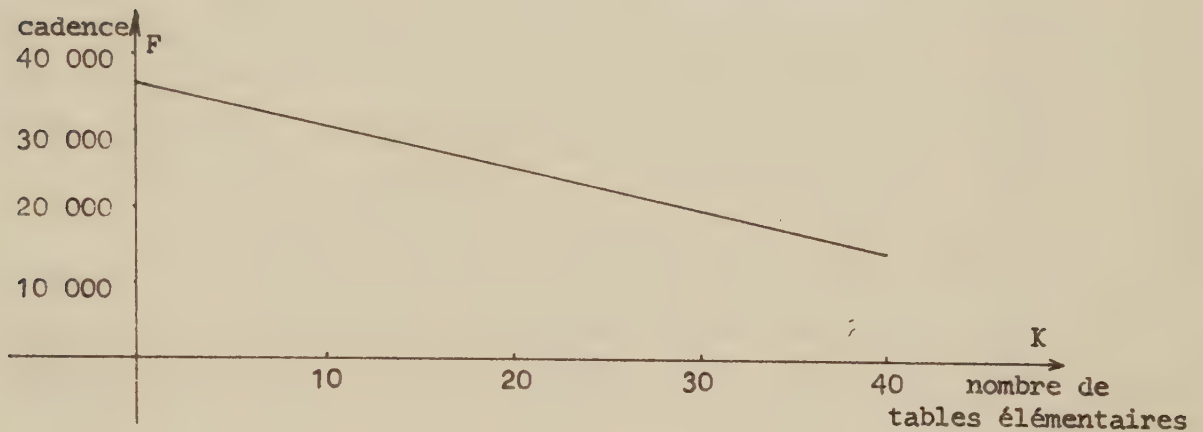
Or, on a vu que :

$$K \leq E \left(\frac{1000}{N+15} \right) \quad \text{d'où} \quad K \leq \frac{1000}{N+15}$$

$$\text{et} \quad KN \leq 1000 - 15 K$$

On peut donc en déduire :

$$F \leq \frac{10^3 \cdot (1000 - 15K)}{27,5} = 36000 - 550 K$$



La cadence diminue avec le nombre de TABLES ELEMENTAIRES, car l'enregistrement sur la bande contient de plus en plus de datations et de moins en moins de télémesure, l'enregistrement ayant une longueur constante : celle d'une GRANDE TABLE. Les valeurs numériques calculées ici sont théoriques.

LIMITATION DUE AU SOUS PROGRAMME DE CYCLE

Pour les télémesures QUATANT et PCM, la cadence est limitée aussi par le TEMPS D'ACTION du sous programme de cycle, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui sépare l'interruption de cycle de l'ordre de lecture des paramètres (voir le § 3.3.2).

Si ce temps est t_C , la cadence maximale est $\frac{2}{t_C}$ pour un seul mot de synchronisation, $\frac{3}{t_C}$ s'il y a deux mots (cas fréquent en PCM), $\frac{n+1}{t_C}$ avec n mots.

Pour $t_C = 150 \mu s$, on a les résultats suivants :

Nombre de mots de synchronisation	Cadence en mots calculateur / s
1	13 200
2	20 000

1.3.2 - TRAITEMENTS EN TEMPS DIFFERE

La bande numérique enregistrée pendant une acquisition (bande brute) peut, bien sûr, être relue par un programme de traitement.

En général, la bande brute est placée sur l'unité 9 pistes lente, et les résultats du traitement sont enregistrés sur la bande 7 pistes. Un imprimé de contrôle peut être demandé en cours de traitement. La bande 7 pistes peut être utilisée pour des tracés de courbes ou comme support de données pour des calculs plus élaborés dans un centre de calcul.

Le traitement peut se limiter à une simple recopie, avec élimination des mots de contrôle (Purge), ou bien comporter des calculs plus complexes : restitution de valeurs physiques d'après des étalonnages, etc..

1.3.3 - MISES AU POINT

Les mises au point de programmes sont assez courantes sur une chaîne en pleine évolution comme CARINA. En général, il s'agit de programmes de traitement adaptés à des cas particuliers que le Software Standard ne pouvait pas prévoir.

2 - CAUSES DU MAUVAIS EMPLOI

DU CALCULATEUR

La chaîne CARINA a été définie en 1966, date à laquelle il était difficile de prévoir la quantité considérable de travail qui incombe aujourd'hui au CENTRE DE TRAITEMENT DES TELEMESURES. C'est pourquoi, lors de la conception de la chaîne, le rendement a été quelque peu sacrifié au profit d'autres facteurs (fiabilité, etc...).

Les possibilités de l'ordinateur 1800 en particulier, sont loin d'être pleinement exploitées. Dans le présent chapitre, nous allons examiner les causes de cette mauvaise utilisation : organisation insuffisante du travail sur la chaîne, trop grand nombre d'interventions manuelles nécessaires, contraintes dues aux caractéristiques des télémessures.

2 . 1 - CAUSES HUMAINES

2.1.1 - RESERVATION DE LA MACHINE PAR LES PROGRAMMEURS

Avant la mise en service du système TSX On Line, les programmeurs faisaient passer eux-mêmes leurs programmes sur la machine. Examinons succinctement le type d'organisation que cela implique, ainsi que ses avantages et ses inconvénients.

2.1.1.1 - ORGANISATION DU TRAVAIL

Le nombre relativement important des travaux et la longueur de certains d'entre eux rendent impossible un libre accès au calculateur à tout moment à quiconque. Un emploi du temps établi à l'avance est indispensable. Des tranches de temps sont allouées à chaque programmeur, pendant lesquelles il est seul à utiliser l'ordinateur.

2.1.1.2 - AVANTAGES

Cette méthode présente des avantages certains. Tout d'abord, il est possible de suivre la marche de son programme, et de prendre les mesures éventuellement nécessaires pendant son déroulement. Dans le cas d'erreurs de compilation ou d'exécution, il est facile, après correction, de soumettre le travail à nouveau. Tous les procédés de mise au point sont autorisés, par exemple l'édition du contenu de la mémoire, la marche pas à pas, la programmation à partir des clés du pupitre.

Enfin, l'arrêt complet des opérations par destruction du système d'exploitation ou blocage dans un niveau d'interruption n'a aucune gravité.

2.1.1.3 - INCONVENIENTS

Malheureusement, les temps perdus sont considérables, surtout pendant les mises au point de programmes. Le calculateur est arrêté chaque fois que le programmeur corrige les erreurs entre deux passages.

Mais il y a plus grave, car, s'il est déjà difficile d'estimer le temps d'exécution d'un travail, on ne peut pratiquement pas savoir combien durera une mise au point. L'emploi du temps prévu n'est, par conséquent, jamais respecté, d'où beaucoup de périodes inutilisées à certains moments, sans parler des conflits qui peuvent surgir par ailleurs.

Enfin, la surveillance de l'exécution de ses travaux est une contrainte pour le programmeur, qui doit y passer un temps non négligeable, et aussi se familiariser avec le maniement de l'ordinateur.

2.1.2 - OPERATIONS MANUELLES PENDANT LES ACQUISITIONS

La programmation des équipements par ordinateur donne à la chaîne CARINA un haut degré d'automatisation. Cependant, les opérations manuelles ne sont pas entièrement éliminées, loin de là. Examinons succinctement les manipulations à effectuer au moment d'une acquisition :

- 1 - Monter une bande sur l'unité 9 pistes rapide. Monter éventuellement une bande analogique sur le lecteur, dans le cas - le plus fréquent - où la télémessure est enregistrée.
- 2 - Etablir les connexions du répartiteur d'entrées.
- 3 - Indiquer au programme les caractéristiques de la télémessure (dialogue avec l'écran 2260). Les informations sont enregistrées à la cadence de frappe de l'opérateur, dans le meilleur des cas. L'opération prend en général plusieurs minutes.
- 4 - Rechercher sur la bande analogique les passages à numériser.
- 5 - La télémessure étant souvent bruitée, les équipements de synchronisation ont parfois du mal à la suivre. Il faut alors rechercher les passages où le rapport signal / bruit est suffisant.
- 6 - Les caractéristiques réelles de la télémessure étant quelquefois légèrement différentes des normes prévues, on peut avoir à ajuster manuellement les réglages des modules.
- 7 - En cas de panne - réelle ou supposée - on peut utiliser le simulateur (SU 5320), ou bien faire appel à des programmes de simulation et de contrôle.

L'ordinateur n'est pas concerné par les opérations 1 et 2, qui, dans les cas favorables, peuvent se faire pendant l'exécution du programme précédant l'acquisition. Ce n'est pas le cas pour l'étape 3. L'ordinateur ne joue aucun rôle dans 4, mais il faut que la base de temps soit programmée si l'on veut reconnaître sur la bande analogique les intervalles de temps à numériser. De même, la programmation des modules est nécessaire pour 5, 6 et 7.

Si le programme d'acquisition est unique, il commence en 3, mais reste en attente pendant 4, 5, 6 et 7. Le calculateur reste inutilisé pendant une ou plusieurs dizaines de minutes, souvent plus de la moitié du temps nécessaire à l'acquisition.

On voit donc l'intérêt que peuvent présenter :

- un découpage de ce programme
- l'utilisation d'un système d'enchaînement non linéaire des travaux, c'est-à-dire un système permettant à un travail de commencer même si le précédent n'est pas terminé (principe des interruptions).

2 . 2 - C A U S E S M A T E R I E L L E S

2.2.1 - TEMPS MACHINE INUTILISE PENDANT LES ACQUISITIONS

2.2.1.1 - OCCUPATION DE L'UNITE CENTRALE ET DE LA MEMOIRE

Pendant l'acquisition, l'ordinateur n'effectue pratiquement que des opérations d'entrées-sorties : lecture du temps et des paramètres, écriture sur bande. En général, l'unité centrale travaille très peu pendant ce genre d'opérations, et le cas de l'IBM 1800, avec ses canaux à synchronisation externe, est caractéristique à cet égard.

L'unité centrale n'intervient que pour préparer les ordres de lecture et d'écriture et pour les donner au bon moment.

L'accès à la mémoire, pendant l'opération d'entrée-sortie, se fait par vol de cycles au détriment de l'unité centrale. On est cependant bien loin de monopoliser la mémoire : les cadences de transfert d'information sont limitées par la synchronisation externe pour les opérations d'entrée, et par la vitesse d'écriture sur la bande ; de plus, l'écriture sur la bande est intermittente. C'est pourquoi, dans la plupart des cas, l'activité de l'unité centrale n'est pas sensiblement ralentie par les vols de cycles-mémoire.

ESTIMATIONS NUMERIQUES

Quelques chiffres permettront de préciser ce que nous venons d'avancer, et donneront des ordres de grandeur :

Avec un cycle-mémoire de 2 μ s, le flux maximal d'informations est de 500 000 mots/s. Nous avons vu au paragraphe 1.3.1.3 que la cadence maximale d'une télémessure est de 36 000 mots/s (télémessure FM). En gros, le flux d'informations est le double, c'est-à-dire 72 000 mots/s (on néglige la lecture du temps, qui a peu d'importance aux grandes cadences). Les possibilités de vols de cycles sont donc exploitées à moins de 15 % (72000 / 500000).

L'unité centrale est encore plus mal utilisée. A chaque cycle de la télémessure, le lancement des opérations demande quelques centaines de microsecondes, environ 500 μ s. Or, le cycle dure au minimum une trentaine de millisecondes (27 ms pour un cycle de 1000 mots à 36000 mots/s). Le rapport est donc inférieur à 2 %.

Dans le meilleur des cas, l'unité centrale travaille pendant 2 % du temps, et 15 % des possibilités d'entrée-sortie sont utilisées. Pour les cadences lentes, 1000 mots/s par exemple, les rendements peuvent être plus de trente fois plus faibles.

2.2.1.2 - FRACTIONNEMENT DES TEMPS MORTS

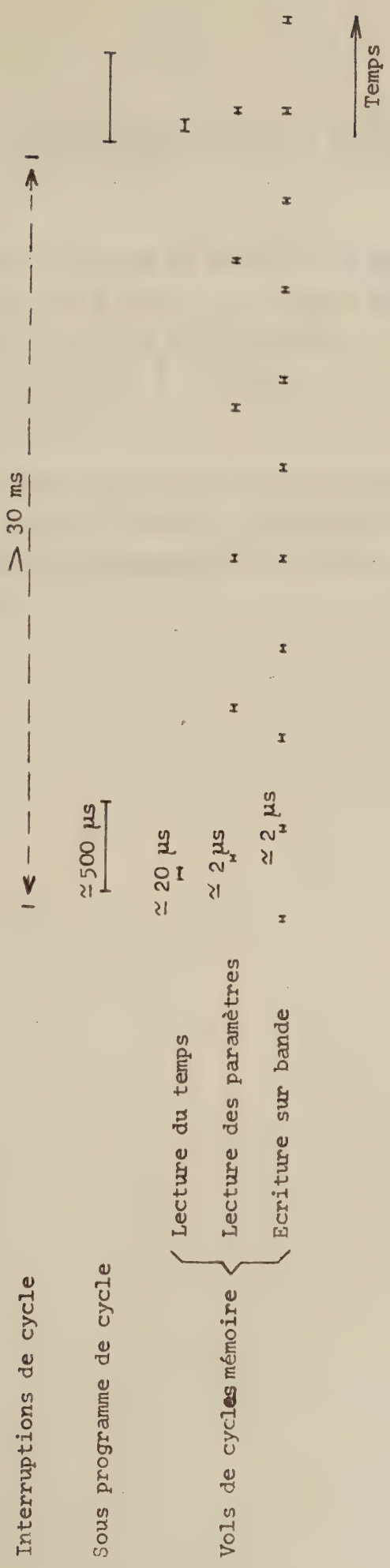
L'unité centrale est peu utilisée en moyenne, mais elle intervient à des instants très rapprochés : toutes les 30 ms pour les cadences rapides. La récupération des temps morts ne peut se faire qu'en multiprogrammation.

2.2.1.3 - CAS DU TRAITEMENT EN TEMPS REEL

Ce que nous venons de dire n'est valable que pour les acquisitions simples. Dans le cas d'un traitement en temps réel, l'unité centrale peut être occupée jusqu'à 100 % du temps, mais il est difficile d'ajuster la longueur du traitement pour atteindre ce résultat.

OCCUPATION DE L'ORDINATEUR

PENDANT UNE ACQUISITION



Ce diagramme très schématique montre combien l'ordinateur est peu utilisé pendant une acquisition.

- Le seul programme exécuté est le sous programme de cycle qui lance les opérations d'entrée-sortie.
- Les entrées-sorties ne font pas intervenir l'unité centrale. Elles "volent" quelques cycles mémoire de temps à autre.

2.2.2 - TEMPS MACHINE INUTILISE PENDANT LES TRAITEMENTS DIFFERES

Ces travaux utilisent en général deux bandes : une en lecture et l'autre en écriture (cf § 1.3.2). Ces bandes étant montées sur des unités lentes la cadence de lecture et d'écriture est d'environ 10 000 mots/s. Les possibilités d'accès à la mémoire par vol de cycle sont donc exploitées à 4% au maximum.

L'unité centrale est plus ou moins occupée. Dans le cas d'une simple recopie, elle est aussi mal utilisée que pendant l'acquisition. Si, par contre, le traitement est très long, le taux d'occupation est satisfaisant.

3 - UTILISATION DU SYSTEME

TSX ON LINE

Afin de remédier aux inconvénients décrits précédemment, nous avons essayé de tirer parti des possibilités du système d'exploitation TSX ON LINE, au moyen de programmes d'acquisition et de traitement écrits spécialement dans ce but.

Le présent chapitre comprend une description de ces programmes, ainsi qu'une étude des avantages et des inconvénients de leur utilisation.

3 . 1 - L E S O F T W A R E A D A P T E

3.1.1. - GENERATION DU SYSTEME

La génération du système TSX ON LINE est une opération assez fastidieuse qui présente deux difficultés.

3.1.1.1 - ASSEMBLAGE DU DIRECTEUR (SYDIR)

L'utilisateur doit introduire environ 150 cartes dans le paquet en langage Assembleur du DIRECTEUR (et du TASK, programme intermédiaire) pour permettre un assemblage conditionnel adapté à la configuration de l'ordinateur et aux travaux effectués.

Le choix des cartes est assez délicat, car il ne doit pas y avoir de contradiction entre deux quelconques d'entre elles.

3.1.1.2 - CHOIX DES NIVEAUX DE PRIORITE

Ces niveaux sont attribués aux interruptions d'entrée-sortie, et aux interruptions DE PROCESSUS, traitées en squelette ou par des CMI.

Les CMI doivent être moins prioritaires que les entrées-sorties. En effet, quand une interruption DE PROCESSUS est reconnue par le MIC, ce dernier recherche le programme associé. Si c'est une CMI, le MIC attend la fin des entrées-sorties en cours dans la zone variable avant de charger la CMI. Si les interruptions d'entrées-sorties sont moins prioritaires que l'interruption DE PROCESSUS, elles ne peuvent pas être traitées, et le système n'est pas averti de la fin des entrées-sorties : le MIC boucle indéfiniment.

Pour tenir compte de cette restriction imposée par le TSX ON LINE, nous avons dû modifier l'attribution des niveaux, malgré tous les inconvénients que cela implique (voir au paragraphe 3.3.1).

3.1.2 - SOFTWARE D'ACQUISITION

3.1.2.1 - GENERALITES

Pour pouvoir exécuter un travail de fond pendant l'acquisition, il faut libérer le plus possible la zone variable. L'acquisition se fait donc au moyen de plusieurs programmes et sous programmes :

- des sous programmes en squelette
- des charges mémoire qui occupent la zone variable pour un temps limité seulement.

Tous ces programmes communiquent entre eux au moyen de l'INSKEL COMMON. Ils répondent presque tous à des signaux d'interruption envoyés automatiquement au calculateur par les équipements électroniques, ou bien manuellement par l'opérateur au moyen des boutons de la console de commande.

La liste des plus importants de ces programmes, classés par fonctions, est placée à la fin de ce chapitre (cf fig. 6).

3.1.2.2 - MONITEUR

Les charges mémoire utilisées pour l'acquisition sont toutes DE PROCES-SUS. On ne peut les appeler que par une interruption ou par mise en file d'attente. Or, l'opérateur ne dispose que d'un nombre limité de boutons d'interruption sur la console. D'autre part, le système TSX impose des restrictions pour les mises en file d'attente : si une charge mémoire A met B en queue, on ne peut construire A que si la charge mémoire B est déjà en bibliothèque ; et quand A est construite, on ne peut plus la modifier pour appeler C au lieu de B, par exemple.

Nous avons écrit deux programmes pour tourner ces difficultés.

Le premier, MONIP, est appelé à partir d'une touche de la console de commande (niveau.20, bit 14). Grâce à un artifice de programmation, il simule, sur demande de l'opérateur, une interruption sur un autre bit du PISW du niveau. On peut ainsi appeler divers programmes utilitaires, les charges mémoire de préparation et d'initialisation, et la charge mémoire MONI3.

Un autre artifice de programmation permet au second programme, MONI3, de mettre en file d'attente n'importe quelle charge mémoire dont seul le nom est fourni par l'opérateur. Les autres renseignements nécessaires sont obtenus à partir du catalogue de la bibliothèque, un sous programme (ORTF) ayant été écrit spécialement pour les rechercher.

3.1.2.3 - PREPARATION (cf fig. 8)

Cette fonction est réalisée par la CMI "PREP3". Les renseignements relatifs à une télémessure déterminée sont demandés à l'opérateur au moyen de l'unité à écran 2260, puis enregistrés dans un fichier sur disque pour être utilisés ultérieurement.

Le fichier comprend 7 zones permettant de conserver des informations sur 7 télémessures différentes, soit en permanence, soit temporairement (les enregistrements permanents ne sont effacés que sur demande de l'opérateur, les zones temporaires sont effacées dès que la télémessure est acquise, ce qui libère de la place pour d'autres enregistrements).

3.1.2.4 - SIMULATION

Il est intéressant de vérifier le bon fonctionnement de la chaîne, avant de commencer une acquisition. On peut programmer l'équipement de simulation SU 5320 pour générer la télémessure d'une des zones du fichier de préparation. Il est également possible d'acquérir cette télémessure simulée et de vérifier si la valeur des paramètres est exacte. Des charges mémoire effectuant ces opérations sont à l'étude.

3.1.2.5 - INITIALISATION (cf fig.8)

La préparation peut se faire à tout moment. Par contre, juste avant de commencer une acquisition, il faut programmer les modules électroniques, écrire l'étiquette de la bande numérique, construire les tables d'acquisition et placer les informations dont on aura besoin par la suite en INSKEL COMMON, appeler la charge mémoire de temps réel, etc...

C'est le rôle de la charge mémoire d'initialisation "INIT1", ou de la variante "INIT2" en mode FM adressable. INIT1 peut être appelée à tout moment, sauf si une acquisition est déjà en cours.

3.1.2.6 - DEPART TEMPORAIRE (cf fig. 9)

Après l'initialisation, l'acquisition pourrait commencer immédiatement, mais il est plus intéressant d'utiliser à volonté des ordres de départ et d'arrêt pour n'acquérir que les passages significatifs de la télémessure.

Pour démarrer, il faut démasquer les interruptions de cycle et, dans le cas de la FM, indiquer la cadence de numérisation et donner l'ordre de lecture des paramètres. Ces opérations sont menées à bien par le sous programme DETMP en squelette.

DEPART MANUEL

L'opérateur appuie sur la touche Départ Temporaire de la console. L'interruption ainsi provoquée est traitée par le sous programme I1301 en squelette, qui imprime un compte-rendu sur la machine à écrire 1053, et appelle le sous programme de départ DETMP.

DEPART SUR TEMPS PREDETERMINE

L'opérateur peut, au moment de la préparation, demander un temps prédéterminé. Ce temps est programmé sur la base de temps à l'initialisation, et quand il est atteint, la base de temps envoie une interruption qui est traitée par le sous programme TEMPR en squelette. TEMPR fait alors appel au sous programme de départ DETMP.

CHANGEMENTS DE CADENCE

Dans le cas particulier des télémessures FM, les temps prédéterminés définissent les instants où la cadence de numérisation doit évoluer. L'opérateur peut alors demander jusqu'à quatre temps au lieu d'un, et il choisit les cadences correspondantes. Ces informations sont transférées en INSKEL COMMON à l'initialisation. Le sous programme TEMPR suit ces temps et ces cadences au moyen de pointeurs, également en INSKEL COMMON ; il peut donc programmer les cadences désirées aux instants choisis.

3.1.2.7 - ARRET TEMPORAIRE

Le sous programme d'arrêt temporaire, ARTMP, masque le niveau des interruptions de cycle et, dans le cas de la FM, arrête la lecture des paramètres et initialise certains pointeurs en début de grande table.

Le sous programme I1302 répond à la touche ARRET TEMPORAIRE de la console. Il imprime un compte-rendu sur la machine à écrire 1053, et appelle le programme ARTMP.

Ces deux programmes sont en squelette, ce qui permet un temps de réponse très rapide.

3.1.2.8 - MARQUE DE BANDE

La CMI LEV19 répond à la touche MARQUE DE BANDE de la console. Elle permet l'écriture d'une fin de fichier sur la bande 9 pistes rapide.

3.1.2.9 - EXECUTION (cf fig. 9)

L'acquisition proprement dite s'exécute au moyen d'un ensemble de sous programmes en squelette, des sous programmes d'interruption pour la plupart. Ces interruptions ne peuvent se produire que dans l'intervalle de temps compris entre un départ et un arrêt. En dehors de cet intervalle, elles sont masquées, ou bien elles n'ont aucune raison de se produire.

INTERRUPTIONS DE CYCLE (niveaux 0,1 ou 2)

Un programme unique (MD012) traite toutes ces interruptions, quelle que soit la télémessure. Il utilise des renseignements et des pointeurs en INSKEL COMMON. Il effectue le remplissage d'une Table Elementaire et, si l'on ne fait pas de traitement en temps réel, le vidage sur la bande rapide 9 pistes d'une Grande Table, quand elle est pleine.

INTERRUPTIONS DES CANAUX (niveaux 4, 5, 8, 9)

Ces interruptions se produisent en cas d'erreur grave sur un des canaux d'entrée (FM, QUATANT, PCM, Base de Temps) ou de sortie numérique (MI, FM).

Le sous programme INTLE répond à toutes ces interruptions. En général, l'acquisition est arrêtée par appel au sous programme ARTMP, et une interruption est programmée sur le niveau 16 pour appeler la CM d'arrêt définitif LEV16.

Comme une seule entrée numérique est utilisée à la fois, si une erreur se produit sur une des deux autres, il n'y a pas d'arrêt de l'acquisition, mais l'interruption de niveau 16 est programmée pour permettre à LEV16 d'imprimer un message d'avertissement.

ECRITURE SUR BANDE

Le dérouleur de bandes 9 pistes rapide n'est pas supporté par le système TSX (cf § 1.2.1). Nous avons donc écrit un sous programme d'entrées-sorties pour cette unité : MAGTX. MAGTX est en fait une variante du programme MAGT du système, ce qui présente deux avantages :

- séquence d'appel identique à celle de MAGT
- programme réentrant et compatible avec le système (cf § 3.3.1.2).

Si ce sous programme donne entière satisfaction pour tous les travaux autres que l'acquisition, son utilisation pour l'écriture des Grandes Tables pose beaucoup de problèmes, et il a fallu lui substituer dans ce cas deux modules, IOBM et MOD6, chargés respectivement du lancement des ordres d'écriture et du traitement des interruptions d'entrée-sortie. Les raisons de cette substitution seront détaillées au paragraphe 3.3.3.2.3.

3.1.2.10 - ARRET DEFINITIF (cf fig. 10)

Il peut être provoqué automatiquement par une erreur, ou bien quand l'opérateur appuie sur la touche STOP ACQUISITION de la console de commande.

La CMI LEV16 se charge des opérations nécessaires : masquage des niveaux utilisés par l'acquisition, arrêt du fonctionnement des canaux d'entrées-sorties numériques (BLAST), remise à zéro de certains mots d'état, réembobinage de la bande rapide après écriture de trois FINS DE FICHIER. Dans le cas d'une erreur, un message approprié est imprimé par la machine à écrire 1053.

Si une autre CMI occupe la zone variable, LEV16 ne peut pas s'exécuter immédiatement, aussi n'est-elle jamais appelée directement. Dans le cas normal, le sous programme I1303 en squelette répond au bouton de la console, arrête l'acquisition par appel au sous programme ARTMP, et imprime un compte-rendu sur la machine à écrire 1053 avant de programmer l'interruption de niveau 16. Dans le cas d'une erreur, le programme qui l'a détectée, MDO12 ou INTLE, appelle aussi ARTMP, et place un code d'erreur, IERR, en INSKEL COMMON, puis lance l'interruption programmée.

3.1.2.11 - TRAITEMENT EN TEMPS REEL (cf fig. 10)

Le travail exécuté en zone variable pendant une acquisition peut être entièrement indépendant, ou bien être un traitement sur les paramètres de cette acquisition. Dans ce cas, les GRANDES TABLES de l'INSKEL COMMON ne sont pas écrites directement sur bande. Leur contenu subit divers traitements dont les résultats remplissent des tables dites DE PURGE en zone variable, ces tables étant alors écrites sur bande, ou affichées sur l'écran 2260, etc...

A l'initialisation, l'opérateur peut demander un traitement en temps réel, s'il le désire. Un indicateur, IREEL, est alors mis à "1" en INSKEL COMMON. La charge mémoire DE TEMPS REEL est mise en file d'attente, et le traitement pourra commencer dès qu'elle sera chargée en zone variable.

Quand une GRANDE TABLE est pleine, le sous programme de cycle, MDO12, reconnaît l'indicateur de temps réel, IREEL, et l'ordre d'écriture sur bande est alors remplacé par la mise à "1" d'un autre indicateur dit TEMPS REEL EN COURS (IRENC). La CM de traitement vérifie en permanence cet indicateur, et commence le travail sur la Grande Table dès qu'il a la valeur "1". L'indicateur est remis à zéro à la fin du travail. Si le traitement demandé est trop long, l'indicateur IRENC n'est pas à zéro quand la Grande Table suivante est pleine. Le sous programme de cycle, MDO12, arrête alors l'acquisition pour dépassement de cadence.

3.1.2.12 - PROTECTION CONTRE LES ERREURS

Les erreurs du travail de fond peuvent provoquer un rechargement du squelette à partir du disque, ce qui arrête l'acquisition. Pour pouvoir la reprendre automatiquement, sans intervention de l'opérateur, nous avons écrit une CHARGE MEMOIRE DE COLD START (CLDS1). Le rôle principal de CLDS1 est de recharger l'INSKEL COMMON, sauvegardé sur disque par la CM d'initialisation (pour plus de détails, se reporter au paragraphe 3.3.3.3). Deux indicateurs permettent à CLDS1 de décider des actions à entreprendre : le mot d'appel sélectif, MOAS, indique le type de l'acquisition (FM, QUATANT, PCM) ; l'indicateur EN COURS (INDAC) indique si l'on est dans la phase d'exécution (entre un départ et un arrêt). Tous deux font partie de la zone de renseignements, et leur copie est conservée sur disque.

3.1.3 - SOFTWARE DE TRAITEMENT

Parallèlement au software d'acquisition, ont été développés des programmes adaptés au système TSX, et permettant tous les traitements de routine (recopie de bandes, restitution de valeurs physiques, etc...). Ils bénéficient des possibilités de priorité du système (voir § 3.2.2).

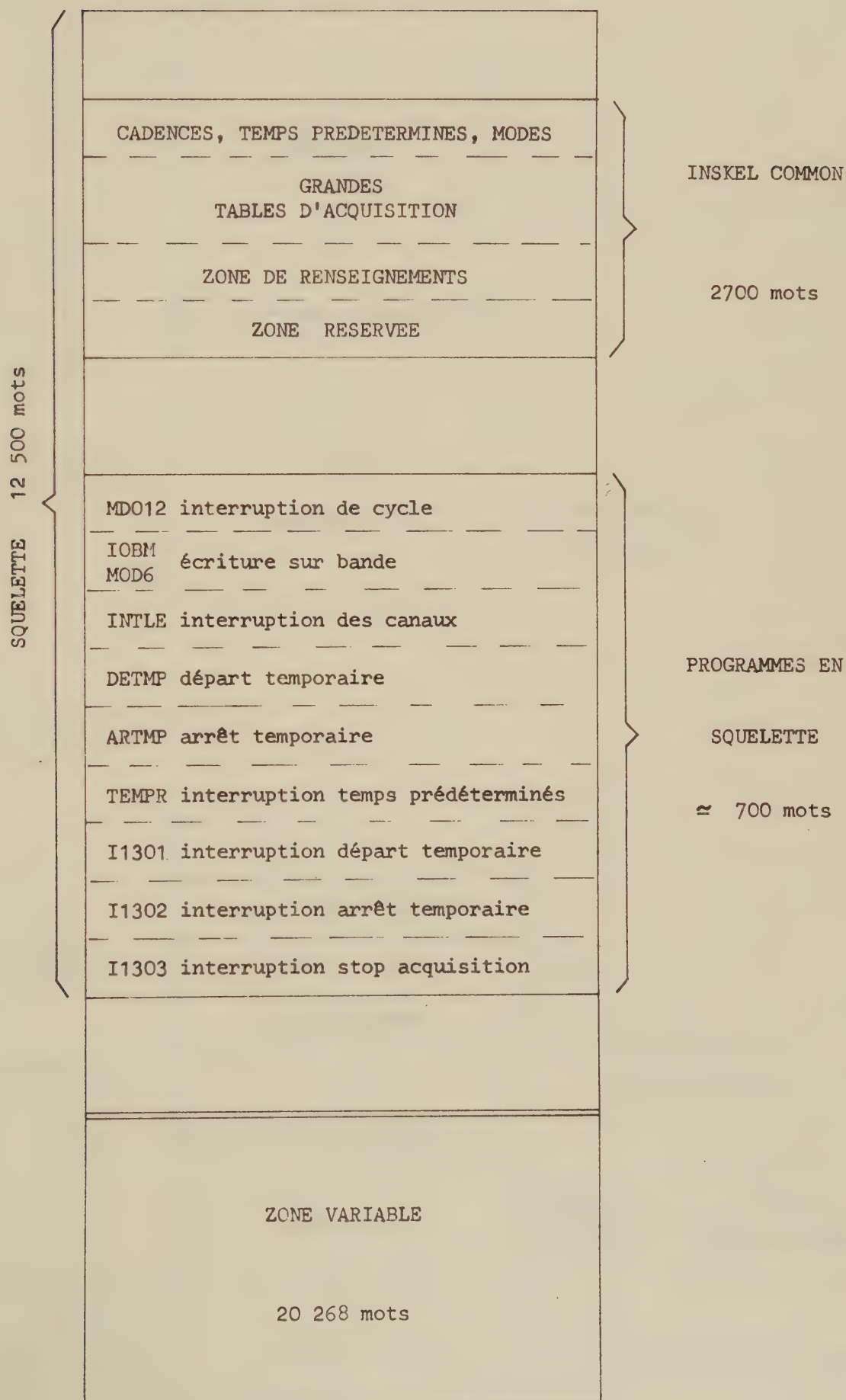
FONCTION	NOM DU PROGRAMME	TYPE	TAILLE (en mots)	TYPE D'INTERRUPTION	REMARQUES
Moniteur	MONIP	I	604	PISW, console	Touche sur le panneau (moniteur)
	MONI3	C	1 558	pseudo-PISW	
Simulation	à l'étude				
Préparation	PREP3	I	14 574	pseudo-PISW	(moniteur)
Initialisation	INIT1	I	10 196	pseudo-PISW	(moniteur)
	INIT2				Variante
Départ temporaire	DETMP	S*	118	-	Touche DEPART TEMPORAIRE Départ au temps prédéterminé
	I1301	SI*	20	PISW, console	
	TEMPR	SI*	36	PISW, base de temps	
Arrêt temporaire	ARTMP	S*	56	-	Touche ARRET TEMPORAIRE
	I1302	SI*	20	PISW, console	
Changement de cadence FM	TEMPR	SI*	36	PISW, base de temps	
Marque de bande	LEV19	I	136	PISW, console	Touche MARQUE DE BANDE
Exécution	MD012	SI*	184	PISW	Cycle télémessure
	IOBM,MOD6	S*	140	-	Sortie sur bande
	INTLE	SI*	104	DSW canaux	Entrées numériques (télémessure, base de temps) Sorties numériques (FM, MI)
Arrêt définitif	LEV16	I	1 922	programmée	Arrêt et recherche éventuelle des erreurs
	I1303	SI*	28	PISW, console	Touche STOP ACQUISITION
Temps réel		M		-	Programme mis en attente à l'initialisation
Reprise en cas d'erreur	CLDS1	M	4 934	-	CM de COLD START

LEGENDE

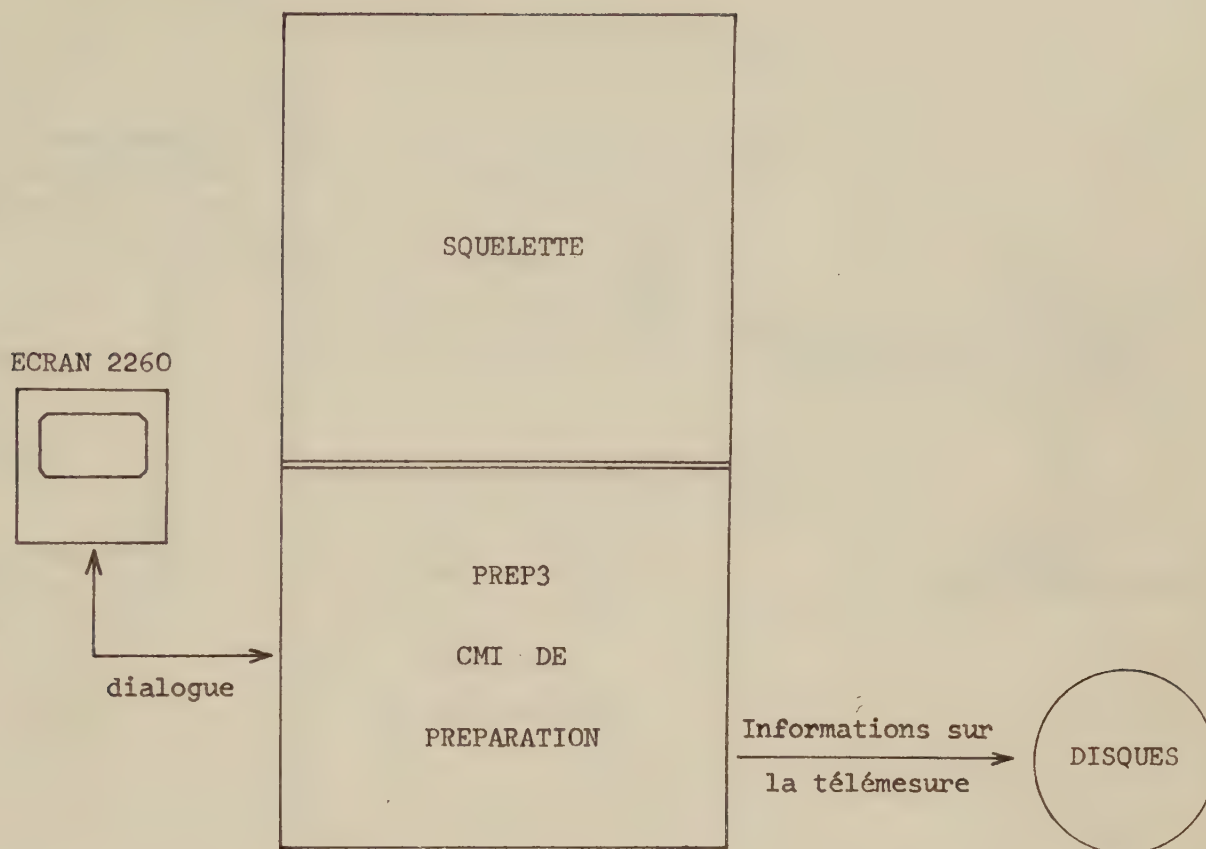
S : sous programme
 SI : sous programme d'interruption
 * : en squelette

I : CMI
 C : CMC
 M : CMP

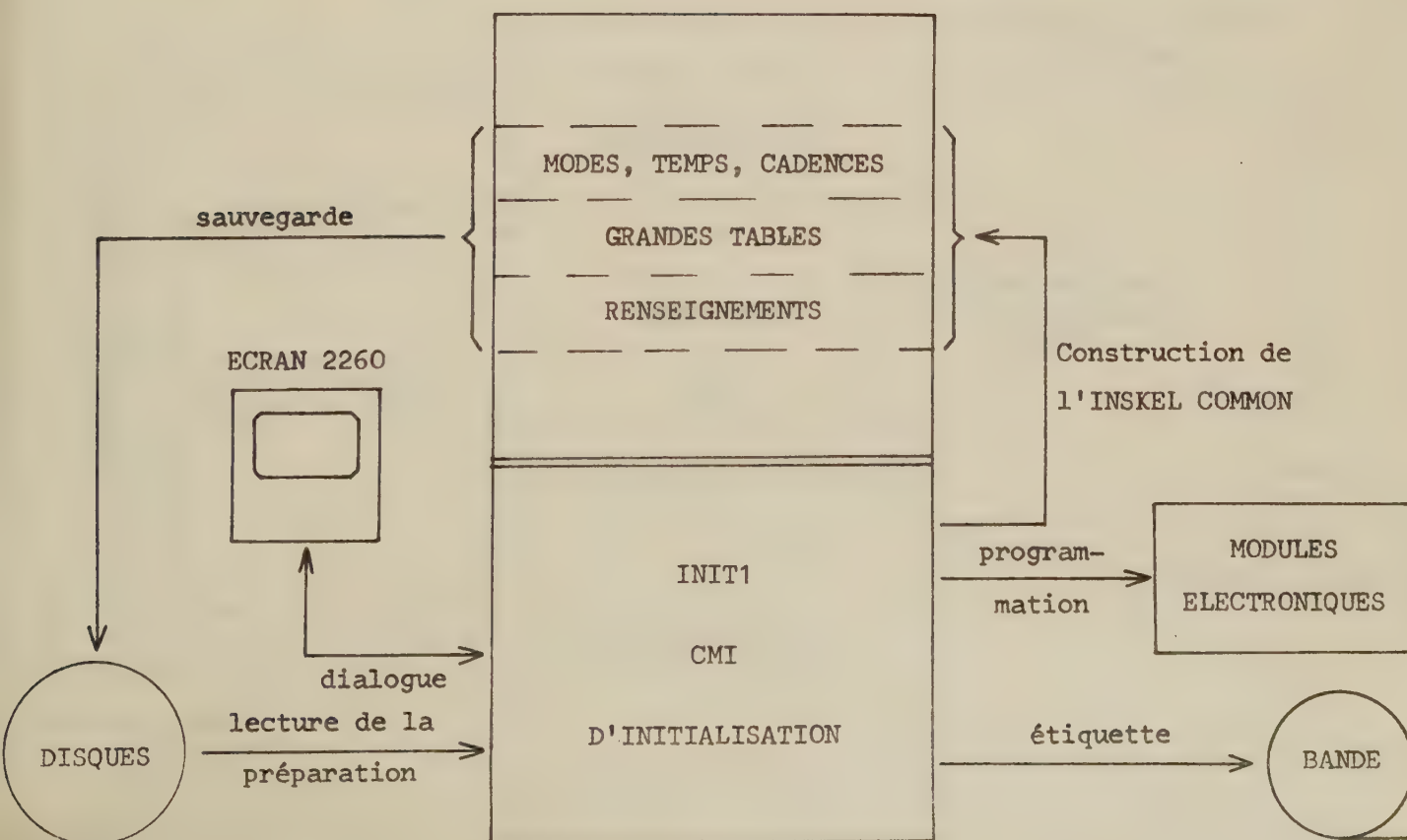
M E M O I R E C E N T R A L E



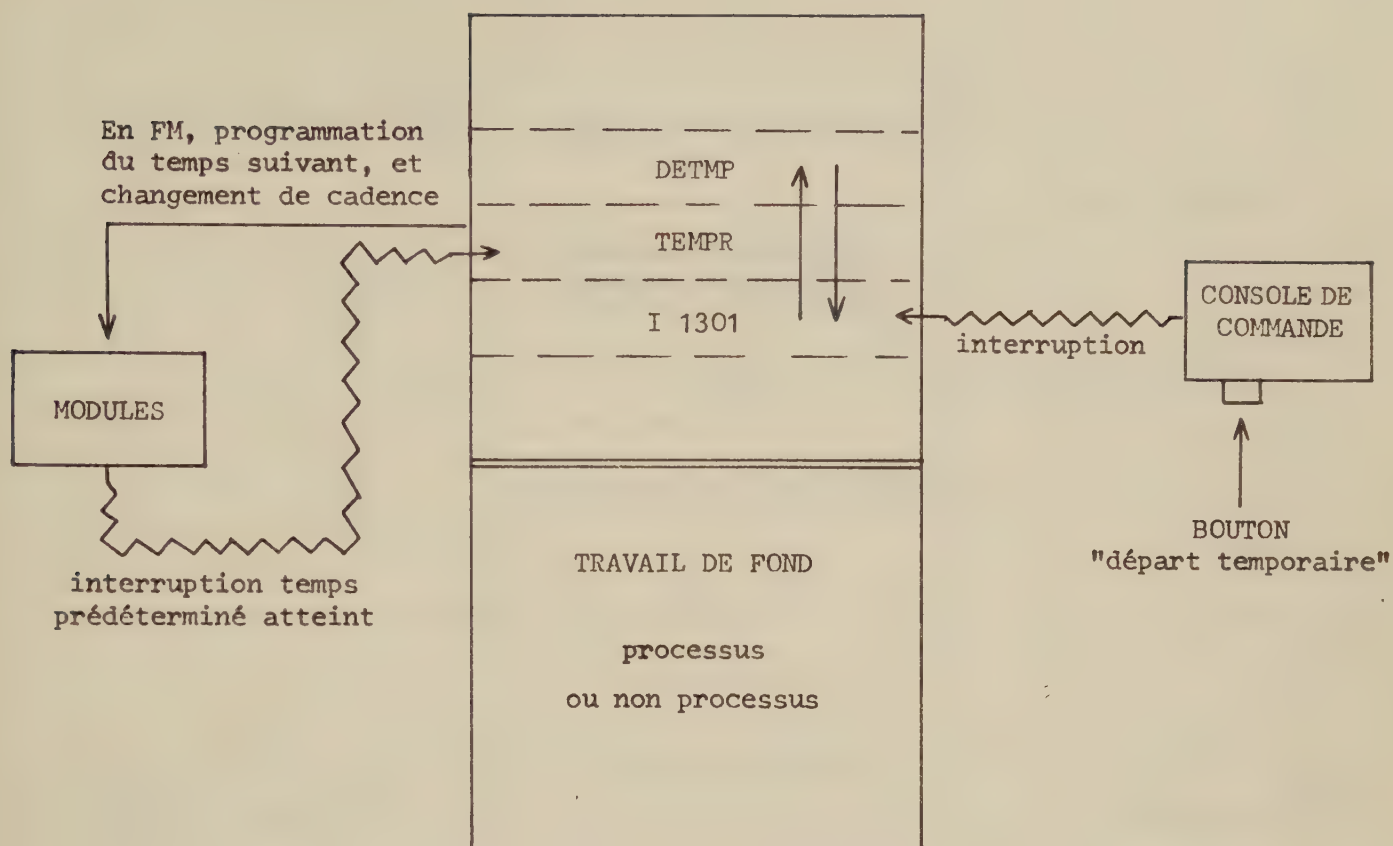
PREPARATION



INITIALISATION



D E P A R T



E X E C U T I O N

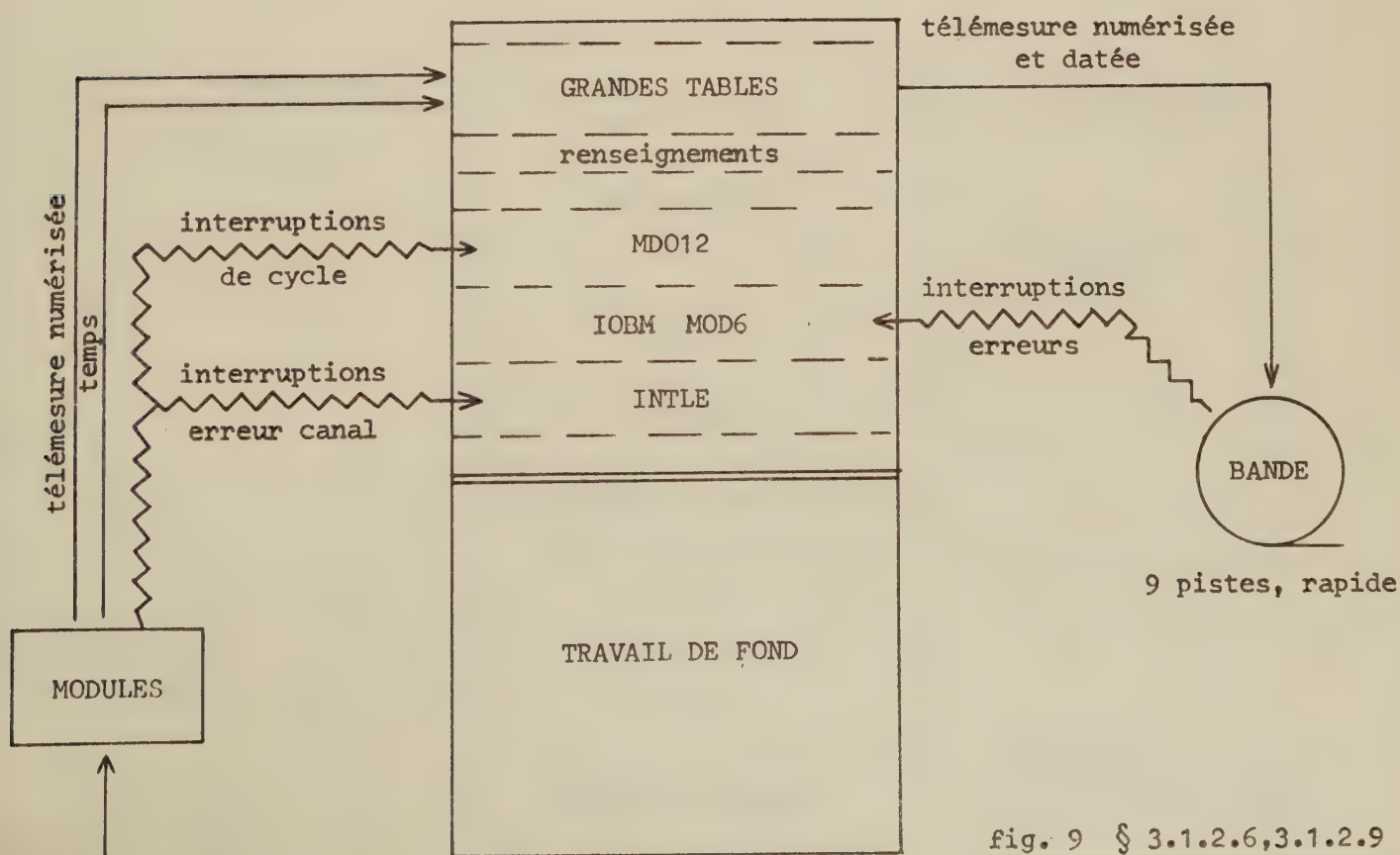
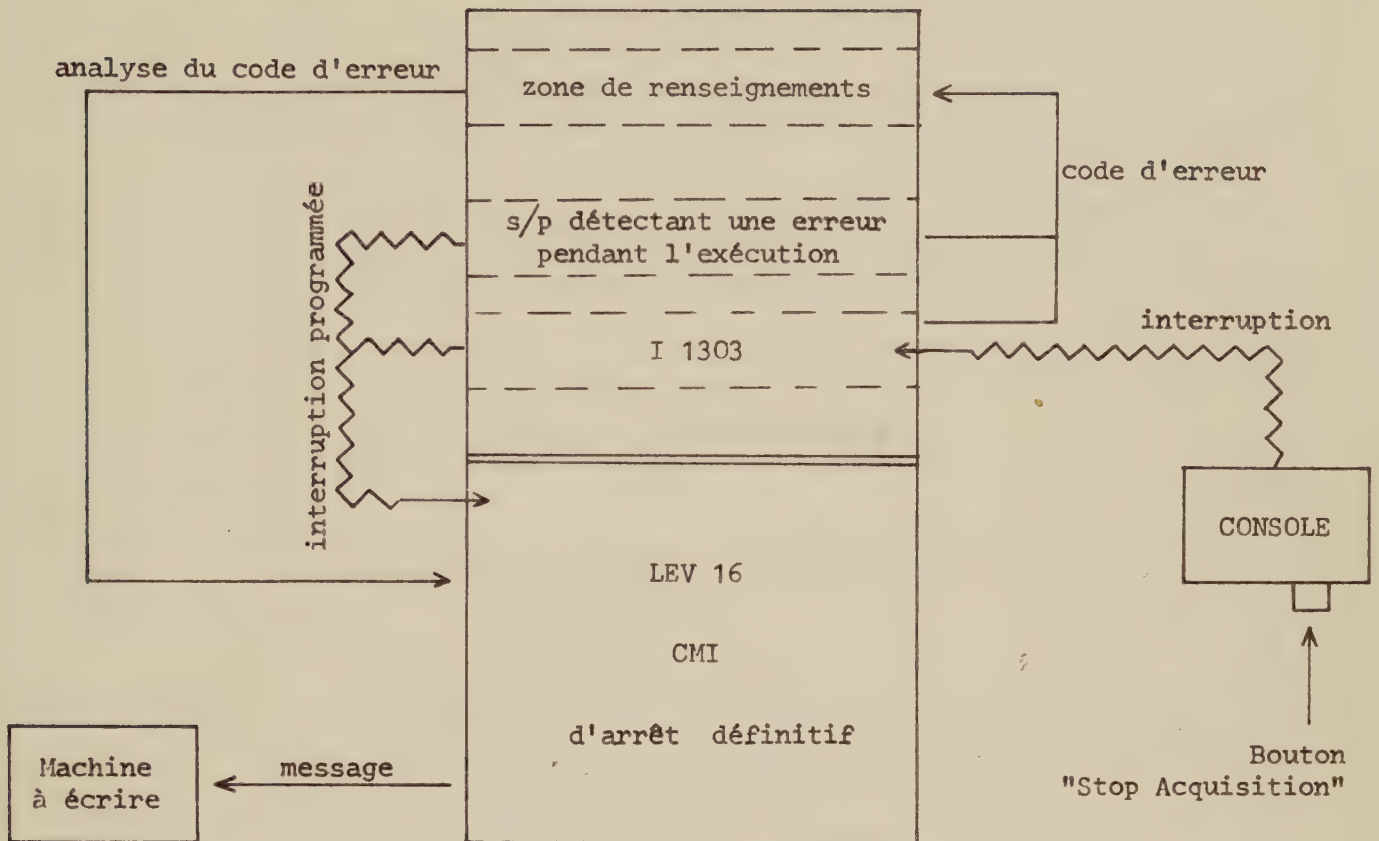
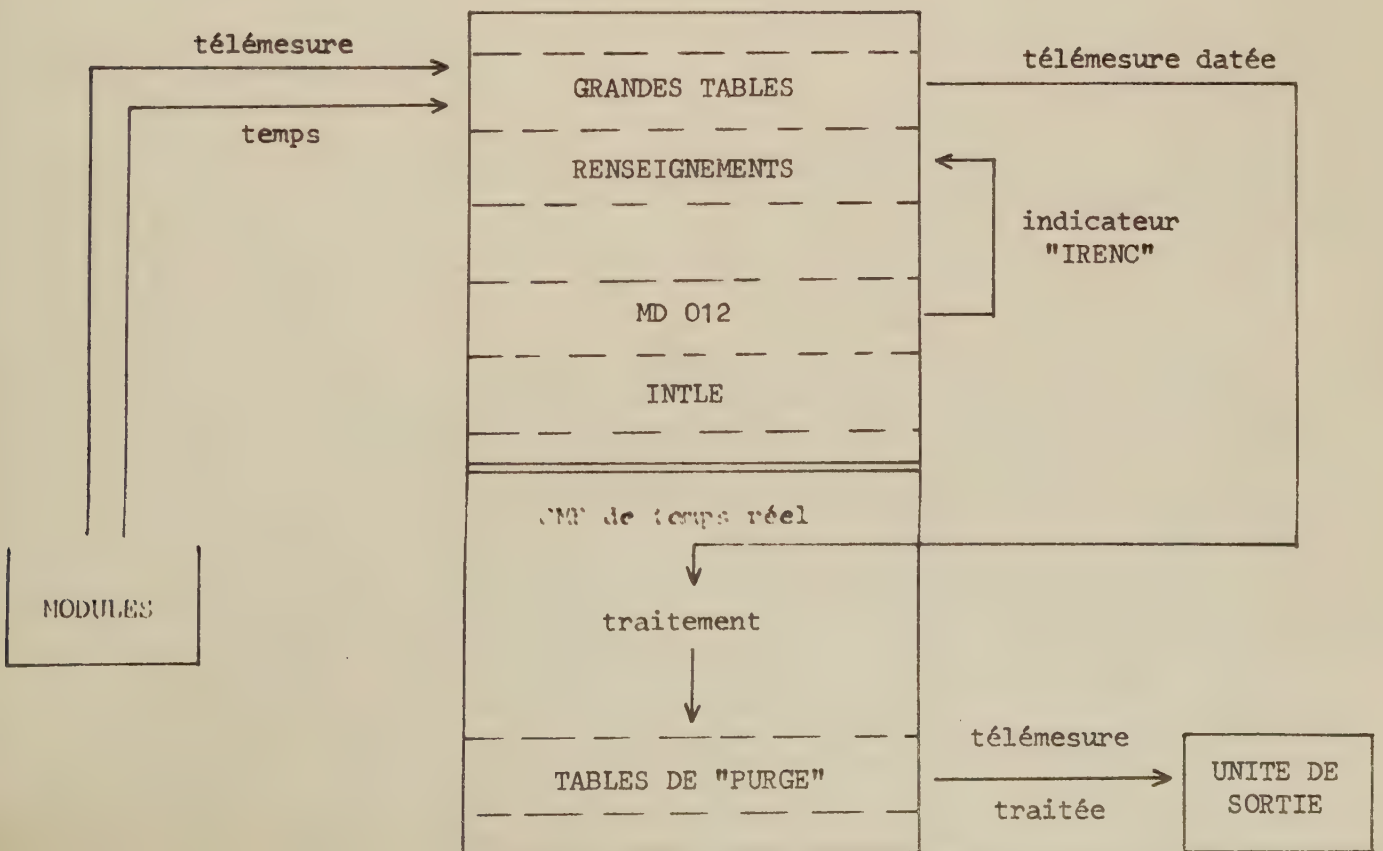


fig. 9 § 3.1.2.6,3.1.2.9

ARRET DEFINITIF



TRAITEMENT EN TEMPS REEL



3 . 2 - A V A N T A G E S

3.2.1 - TRAITEMENT PAR LOTS

Ce mode d'exploitation n'est pas réservé au système ON LINE, mais c'est avec lui qu'il prend tout son intérêt. L'organisation du travail en traitement par lots s'oppose assez nettement à celle adoptée précédemment et décrite au paragraphe 2.1.1. Les défauts d'une des méthodes sont des avantages pour l'autre, et réciproquement. Rappelons succinctement le pour et le contre de l'exploitation par lots.

3.2.1.1 - INCONVENIENTS

- Un opérateur doit être présent pour surveiller le déroulement des travaux.
- Le programmeur doit donner à l'opérateur toutes les indications nécessaires pour mener à bien le travail, en utilisant des cartes de commentaire. On n'a pas la sécurité d'un gros système, où des cartes de contrôle sont prévues pour toutes ces informations.
- L'opérateur ne peut pas faire grand'chose en cas d'erreur, les diagnostics étant assez imprécis.

3.2.1.2 - AVANTAGES

En revanche, le gain de temps - pour la machine comme pour le programmeur - est indiscutable, et les problèmes d'emploi du temps sont résolus : les programmes passent dans l'ordre d'arrivée, dès la fin des travaux précédents.

La méthode du train de travaux est particulièrement intéressante dans le cas du système ON LINE. En effet, les programmes du train s'exécutent alors en concurrence avec les travaux DE PROCESSUS. Ils sont de ce fait soumis à certaines contraintes (cf § 3.3.3.2) que seul un opérateur surveillant l'ensemble des travaux en cours peut connaître. De plus, un travail du train pouvant être interrompu pendant longtemps, il vaut mieux que le programmeur n'assiste pas à son exécution.

3.2.2 - PROGRAMMES PRIORITAIRES

Le système TSX ON LINE permet de conserver en bibliothèque fixe des charges mémoire dites DE PROCESSUS (CMP et CMI). Elles sont chargeables et exécutables à tout moment, le traitement par lots étant interrompu au besoin. Les CM PRINCIPALES s'exécutent au "niveau machine", les CM d'INTERRUPTION à des niveaux prioritaires, en interrompant les précédentes s'il le faut.

3.2.2.1 - UTILISATION DES CHARGES MEMOIRE D'INTERRUPTION

Ces CM réalisent la plupart des phases de l'acquisition (préparation, initialisation, arrêt définitif, etc...) ainsi que des fonctions annexes (affichage des étiquettes des fichiers de préparation, etc...).

Ce sont aussi des CMI qui permettent la mise en file d'attente des CMP, la visualisation du contenu de cette file d'attente, la programmation de pseudo-interruptions sur des bits non câblés d'un PISW (cf § 3.1.2.2).

Les CMI sont appelées directement par les boutons d'interruption de la console de commande, ou bien - le nombre de ces boutons étant limité - par l'intermédiaire de pseudo-interruptions.

3.2.2.2 - UTILISATION DES CHARGES MEMOIRE PRINCIPALES

Tout programme peut être écrit sous forme de CMP. En fait, ce type de CM est surtout intéressant pour les traitements différés les plus usuels (cf § 3.1.3).

3.2.2.3 - AVANTAGES DES PROGRAMMES PRIORITAIRES

- Exécution immédiate, sans manipulations de cartes ;
- Priorité sur le traitement par lots ;

- Priorité des CMI sur les CMP.

Le jeu de ces niveaux de priorité permet un gain de temps appréciable. Par exemple, le traitement par lots peut récupérer les temps de montage et de démontage d'une bande utilisée par une CMP ; ou encore profiter des opérations manuelles précédant une acquisition (cf § 2.1.2).

3.2.2.4 - PROBLEMES POSES PAR CES PROGRAMMES

Les problèmes de partage des ressources et de procédures d'erreurs sont examinés au paragraphe 3.3.

3.2.3 - ACQUISITIONS SIMULTANÉES EN SQUELETTE

Nous avons vu (§ 2.2.1) que la récupération des temps morts pendant une acquisition n'est possible que par la multiprogrammation.

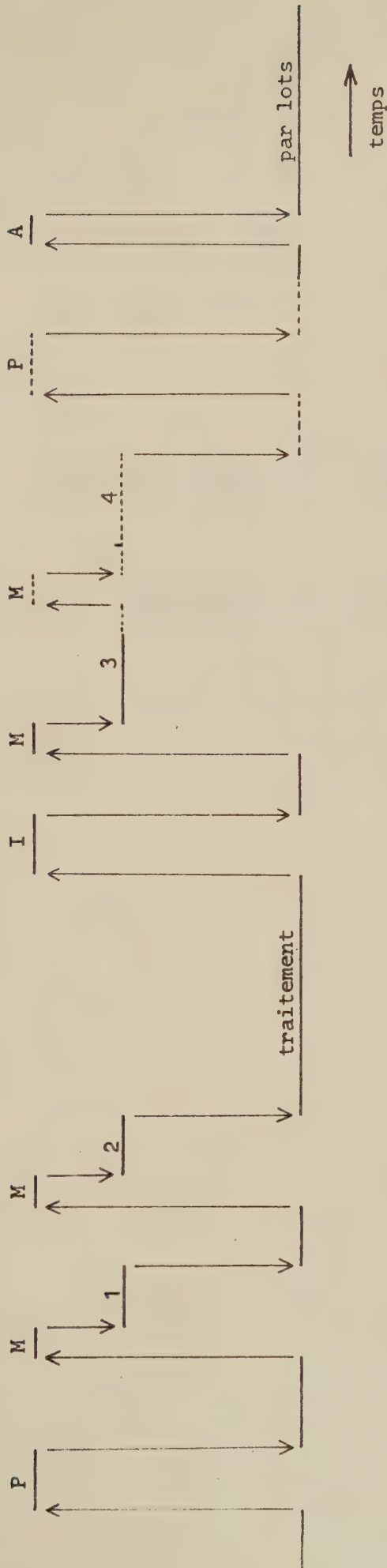
Le système TSX n'est pas un système de multiprogrammation. Cependant, par le jeu des interruptions, et en ajoutant des programmes en squelette, nous avons pu réaliser un partage de la mémoire en deux zones (squelette, zone variable) où deux travaux peuvent se dérouler concurremment, le travail en squelette étant prioritaire, mais n'utilisant pas à tout moment toutes les possibilités de la machine.

Cet artifice permet d'améliorer le rendement des canaux (accès mémoire) et de l'unité centrale (unité arithmétique et logique). Par exemple, si le travail de fond ne fait pas d'entrées-sorties, l'unité centrale est utilisée à plein temps. Si, au contraire, les entrées-sorties sont très nombreuses, les possibilités d'accès à la mémoire peuvent être assez bien exploitées. Certes, l'unité centrale et les canaux ne sont jamais occupés complètement et simultanément - idéal difficile à réaliser - mais les progrès sont importants par rapport aux anciens rendements (cf § 2.2.1).

Il ne servirait à rien, d'ailleurs, d'obtenir des pourcentages extraordinaires si, en pratique, il n'y a pas de travail de fond à passer. C'est là qu'est le vrai problème, car nous verrons, au paragraphe 3.3, que de nombreux obstacles s'opposent à l'utilisation systématique des avantages de la simultanéité.

xxxxxx

----- ACQUISITION -----



Opérations manuelles :
 x = montage d'une bande pour 2
 * = mise au point de l'acquisition

P = préparation (PREP3) I = initialisation (INIT1)
 A = arrêt définitif (LEV16) M = moniteur (MONIP, MONI3)

On distingue sur ce schéma les niveaux de priorité fondamentaux : le traitement par lots, les programmes prioritaires (1, 2, 3 et 4) sous forme de CMP, les CMI qui servent à la commande des acquisitions (P, I, A) ou aux demandes de travaux prioritaires (M), enfin l'acquisition proprement dite.

Les trois premiers niveaux se disputent la zone variable. Le dernier niveau joue en multiprogrammation avec les trois autres, ce qui est schématisé par des pointillés sur le dessin.

3 . 3 - D I F F I C U L T E S E T

I N C O N V E N I E N T S

Le bénéfice des avantages que nous venons d'exposer n'a pas été acquis sans mal. Les nombreux obstacles qui se sont présentés au cours de notre travail : problèmes d'adaptation des programmes, maintien de leurs performances aux grandes cadences, conflits entre travaux concurrents, etc..., font l'objet du présent chapitre.

Ces difficultés sont assez considérables, et nous ne prétendons pas y avoir trouvé des remèdes absolus. Les solutions que nous proposons laissent subsister quelques inconvénients, mais ont l'avantage d'être assez simples.

3.3.1 - ADAPTATION DES PROGRAMMES

Un des problèmes à ne pas négliger, lors du changement d'un système d'exploitation, est celui de l'adaptation des anciens programmes au nouveau système. Même si les modifications à apporter sont très simples, le grand nombre des programmes à adapter peut rendre la tâche extrêmement lourde.

Les différences entre les versions OFF LINE et ON LINE du TSX sont limitées, mais l'adaptation a demandé un gros travail, comme on va le voir. Les considérations qui suivent s'appliquent à la plupart des anciens programmes, et en particulier à l'ancien programme d'acquisition.

3.3.1.1 - TRAITEMENT DES INTERRUPTIONS DE PROCESSUS

Ces interruptions étant ignorées par le MIC de l'ancien système, il fallait modifier les mots réservés pour les traiter. Cette méthode est maintenant à proscrire pour les raisons suivantes :

- 1°) Soit une charge mémoire A qui contient un sous programme B écrit pour traiter l'interruption I. A place dans le mot réservé du niveau de I l'adresse de B. Une interruption J (moins prioritaire que I) peut se produire, et la charge mémoire d'interruption correspondante, C, est chargée en mémoire. Si l'interruption I survient à cet instant, il y a un branchement à l'adresse de B, alors que B n'est plus en mémoire.
- 2°) Si A n'est pas exécuté entièrement (erreur), le mot réservé n'est pas rétabli à sa valeur initiale. La CM suivante, A', est chargée en mémoire. Toute interruption I entraîne un branchement intempestif à l'intérieur de A'.

3°) Enfin, les procédures de rechargement du système (Reload) peuvent échouer si des mots réservés sont modifiés.

Le MIC du système ON LINE met à la disposition de l'utilisateur des procédés variés pour le traitement des interruptions de processus, et ces procédés sont satisfaisants dans la plupart des cas.

3.3.1.2 - PROGRAMMATION DES ENTREES-SORTIES

Le constructeur du 1800 ne fournit aucun support de programmation pour les canaux et unités supplémentaires (cf § 1.2.1). Pour les périphériques standards, les sous programmes proposés par IBM sont parfois trop sophistiqués pour notre application. Beaucoup de nos programmes traitaient les entrées-sorties à leur manière. Cette méthode devient impossible en partage de temps et en multiprogrammation, car le système doit être au courant à tout instant des opérations en cours, et parce qu'il faut utiliser des sous programmes réentrants.

3.3.1.3 - MASQUAGE DES NIVEAUX D'INTERRUPTION

On ne peut plus utiliser directement les instructions de masquage. Il faut appeler les sous programmes du système (MASK, UNMK), qui seuls lui permettent de tenir à jour l'état des masques.

3.3.1.4 - UTILISATION DES COMPTEURS DE TEMPS

Le système ON LINE utilise ces compteurs (pour vérifier les temps de réponse des périphériques, mettre l'horloge à l'heure, compter les périodes de temps partagé). L'utilisateur n'est plus le seul à s'en servir, il doit donc, là aussi, passer par l'intermédiaire des sous programmes du système.

3.3.1.5 - MODIFICATION DES PRIORITES

La nouvelle répartition des niveaux de priorité (cf § 3.1.1) a nécessité une intervention sur le HARDWARE du calculateur. Le système ON LINE a été construit en tenant compte de ce changement, mais l'ancien système, encore en service à ce moment, a dû être reconstruit. Tous les programmes se servant des niveaux modifiés ont dû être mis à jour.

3.3.1.6 - TAILLE MEMOIRE

Le résident du système ON LINE est plus gros d'environ 1000 mots, auxquels il faut ajouter 2700 mots d'INSKEL COMMON, 700 mots de programmes supplémentaires en squelette, et 400 mots de provision. La zone variable a donc rétréci de 4800 mots.

Les très gros programmes ont été limités en encombrement par l'utilisation de sous programmes chargeables au moment de l'appel, ou bien segmentés. Une zone de 50 mots a été réservée en INSKEL COMMON pour permettre une communication entre les segments (plus commode que par le COMMON normal).

3.3.2 - PROBLEMES DE CADENCE

3.3.2.1 - LIMITATIONS EN CADENCE

La cadence maximale des télémesures que peut traiter la chaîne CARINA est limitée par deux causes principales :

- la vitesse des bandes magnétiques rapides (90 000 octets/s) et leur temps de démarrage (cf § 1.3.1) ;
- La rapidité de traitement de l'interruption de cycle (ou sous cycle) limite aussi la cadence à une valeur maximale à partir de laquelle les ordres de lecture des paramètres ne sont plus donnés à temps. Divers facteurs, surtout dans le système ON LINE, peuvent retarder le traitement de ces interruptions, comme on va le voir.

3.3.2.2 - LIMITATION DUE AU TRAITEMENT DE L'INTERRUPTION DE CYCLE

A chaque cycle, le module concerné par la télémesure envoie une interruption, et le programme associé à celle-ci donne l'ordre de lecture du temps et des paramètres (en FM, seul le temps est lu à chaque cycle).

LECTURE DU TEMPS

A chaque cycle, le temps est "figé" sur la base de temps. On dispose donc de toute la durée du cycle pour le lire, ce qui est largement suffisant.

LECTURE DES PARAMETRES EN FM

L'ordre de lecture est donné une fois pour toutes par le programme de départ temporaire, puisque les tables élémentaires sont enchaînées les unes aux autres. La lecture ne demande ensuite aucune intervention de l'unité centrale, il n'y a donc pas de problème de cadence.

LECTURE DES PARAMETRES EN PCM OU QUATANT

La télémesure comprend, en début de cycle, un ou plusieurs mots de synchronisation, qui ne sont pas numérisés. L'interruption de cycle se produit au début du premier de ces mots. Elle est reconnue immédiatement, ou au bout d'un certain temps, t_M , si le niveau de priorité est masqué, ou si un niveau plus prioritaire est actif.

A ce moment, le MIC prend la commande, analyse la cause de l'interruption et passe la commande à la routine de cycle. Ces opérations durent environ 150 μ s. On peut poser :

$$t_{MIC} = 150 \mu s$$

La routine de cycle ne donne l'ordre de lecture des paramètres qu'après quelques préliminaires (tests du mot d'appel, vérification du bon fonctionnement des modules, etc...) qui durent un temps, t_C , d'environ 135 μ s.

$$t_C = 135 \mu s$$

L'intervalle de temps qui sépare l'ordre de lecture des paramètres et l'interruption de cycle est donc :

$$t = t_M + t_{MIC} + t_C$$

En fait, il est possible d'annuler t_M et de diminuer t_{MIC} ; ces améliorations seront décrites au paragraphe suivant.

LE DIALOGUE PCM OU QUATANT

L'ordre de lecture une fois donné, le transfert des mots du module vers la mémoire centrale se déroule sans intervention de l'unité centrale, par vol de cycles mémoire, et au rythme du module (synchronisation externe).

Dès que le module a numérisé un mot, il envoie au 1800 un signal PRET MODULE de synchronisation. Le mot numérisé est conservé dans un registre du module, pendant la numérisation du mot suivant. D'autre part, le 1800 envoie au module un autre signal, dit PRET 1800, qui est mis à 1 par l'ordre de lecture, et qui retombe à zéro pendant la lecture d'un mot, ou quand tous les mots demandés ont été lus.

CONDITION DE BON FONCTIONNEMENT DU DIALOGUE

L'ordre de lecture doit être donné avant l'arrivée de la synchronisation du premier mot, sinon le second est lu à la place du premier, le troisième à la place du second, et ainsi de suite. Le premier plot de synchronisation étant perdu, il manque un plot à la fin du cycle, et le canal est toujours occupé au début du cycle suivant. Cette éventualité est prévue dans le programme de cycle, mais il vaut quand même mieux l'éviter ! Pour cela, il suffit que le temps

$$t = t_M + t_{MIC} + t_C$$

soit inférieur à la durée totale des mots de synchronisation et du premier mot d'information.

CADENCE LIMITE

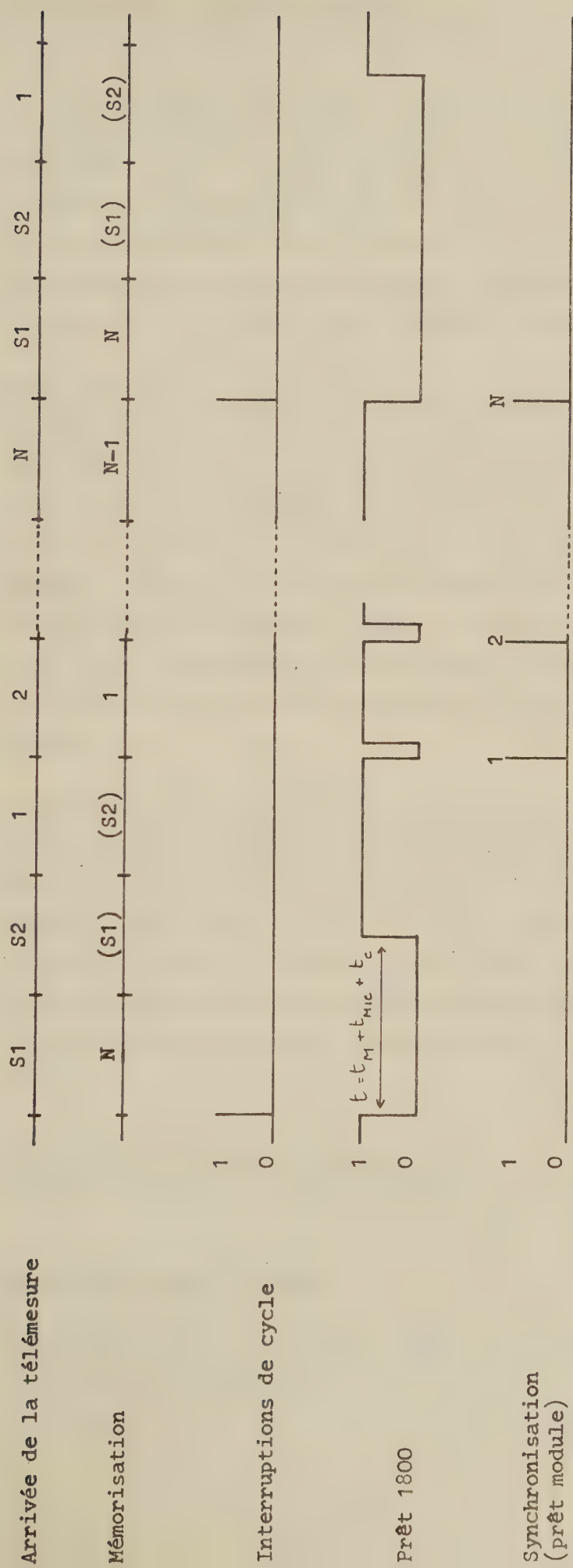
Elle dépend du nombre de mots de synchronisation, et de la valeur exacte des temps t_M , t_{MIC} , t_C . Par exemple, si l'on a un seul mot de synchronisation :

$$\begin{array}{rcl} t_M & = & 0 \\ t_{MIC} & = & 150 \mu s \\ t_C & \approx & 150 \mu s \\ \hline t & \approx & 300 \mu s \end{array}$$

D'où une cadence de $\frac{2 \text{ mots}}{300 \mu s}$, soit 6600 mots/s environ.

La limitation est assez sévère, dans ce cas.

DIAGRAMME DES TEMPS



S1, S2 : mots de synchronisation de la télémessure
 1, 2, ..., N : mots du cycle de la télémessure

REMARQUES

- Le module compte les mots du cycle, et envoie l'interruption de cycle dès le début du cycle suivant, avant que les mots de synchronisation aient été reconnus.
- Si la synchronisation n'est pas correcte, le module place un drapeau dans un registre de la base de temps. Le programme de cycle reconnaît ce drapeau, et annule les opérations concernant le cycle défectueux.

fig. 12 § 3.3.2.2

3.3.2.3 - AMELIORATION DU TEMPS D'ANALYSE (t_{MIC})

Le programme IBM de gestion des interruptions (MIC) a pour fonction principale d'analyser l'interruption qui survient sur un niveau, et d'appeler le sous programme qui est censé la traiter. De plus, il sauvegarde les registres et états de la machine dans des zones distinctes pour chaque niveau (Level Work Areas ou LWA). Les programmes du système d'exploitation conservent leurs résultats intermédiaires et leur point de retour dans ces zones : ils sont donc réentrants.

Dans notre application, trois niveaux distincts sont réservés exclusivement aux interruptions de cycle des trois types de télémessure. L'analyse effectuée par le MIC est donc superflue. En outre, si la routine de cycle est unique pour les trois types de télémessure, un seul type est traité à la fois, et il n'y a pas de problème de ré-entrance. Enfin, il n'y a pas de problème de réentrance non plus pour les programmes du système, puisque la routine de cycle n'en utilise aucun. Les opérations du MIC sont donc en grande partie superflues, et nous avons décidé de nous passer de lui en utilisant la méthode suivante :

Le mot réservé du niveau de cycle de la télémessure contient normalement l'adresse du point d'entrée du MIC pour ce niveau. A l'initialisation, on place dans ce mot l'adresse de la routine de cycle. Cette dernière prend alors en compte les interruptions directement, sans passer par le MIC. Le temps t_{MIC} est réduit à zéro, mais t_C augmente de 13 μs , car la routine de cycle doit alors sauvegarder les registres. Le bilan est tout de même largement positif.

3.3.2.4 - AMELIORATION DU TEMPS DE MASQUAGE (t_M)

COMPTEURS DE TEMPS (Timers)

Traditionnellement, le niveau de priorité le plus haut (0) est attribué aux compteurs de temps internes du 1800.

Ces compteurs ne sont presque jamais utilisés dans notre application, puisque nous possédons une base de temps externe. Cependant, l'un d'eux - le compteur C - est utilisé par le système TSX pour mettre à l'heure une horloge interne, et compter les périodes de temps partagé. Les interruptions de ce compteur sont traitées par l'ITC (cf § 1.2.2.2), programme dont le temps d'exécution est suffisamment long pour gêner les acquisitions rapides.

Dans un premier temps, nous avons décidé de masquer le niveau 0 du départ temporaire à l'arrêt suivant. Tous les compteurs sont alors inefficaces, ce qui n'est pas très gênant, sauf au moment de stopper le partage de temps. Il est alors impossible, si un traitement par lots est en cours pendant une acquisition, d'interrompre ce traitement pour passer les programmes en file d'attente.

Par la suite, on a attribué aux compteurs de temps un niveau moins prioritaire que les interruptions de cycle. Il n'y a alors plus aucun inconvénient. Le fonctionnement des compteurs est légèrement ralenti pendant les acquisitions, ce qui est sans gravité.

MASQUAGE PAR LES PROGRAMMES PSEUDO-REENTRANTS

Les sous programmes du système TSX sont en majorité réentrants. Cependant, si certains d'entre eux se servent normalement des ZONES DE TRAVAIL (Level Work Areas, cf § 3.3.2.3), d'autres, par économie, se contentent de masquer tous les niveaux pour ne pas être interrompus. Nous conviendrons de les appeler PSEUDO-REENTRANTS.

Pendant une acquisition, il faut à tout prix empêcher ces programmes de masquer le niveau de l'interruption de cycle, les durées de masquage étant inadmissibles (voir l'exemple donné en annexe). Il n'est pas possible d'interdire les programmes pseudo-réentrants, dont le système et les compilateurs font un usage intensif. Nous allons voir comment le problème a été résolu.

Les opérations sur les masques se réalisent au moyen d'instructions d'entrée-sortie, XIO, dont la partie adresse désigne un double mot de contrôle, IOCC. Le premier mot de l'IOCC contient, en partie du moins,

l'état des masques que l'on désire établir. Le système utilise quatre IOCC, disposés comme suit dans la zone fixe de la mémoire :

Adresses \ Bits	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
46	Etat des masques niveaux 0 à 13															
	2ème mot d'IOCC (pour niveaux 0 à 13)															
48	Niveaux 14 à 23															
	2ème mot d'IOCC (pour niveaux 14 à 23)															
50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	2ème mot d'IOCC															
52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	2ème mot d'IOCC															

Toutes les modifications de l'état des masques sont réalisées comme suit : le nouvel état est placé dans les mots d'adresses 46 et 48, et l'exécution d'instructions XIO se rapportant à ces deux IOCC (XIO L 46, XIO L 48) provoque les actions souhaitées sur la logique d'interruption de l'ordinateur. Les mots d'adresses 46 et 48 reflètent donc toujours l'état des masques.

Les programmes pseudo-réentrants masquent toutes les interruptions au moyen des instructions XIO L 50 et XIO L 52, puisque tous les bits des mots 50 et 52 ont la valeur logique 1. A la fin du programme, l'état normal est rétabli par les instructions XIO L 46 et XIO L 48, le contenu des mots 46 et 48 étant inchangé.

Si l'on modifie le mot 50 en mettant l'un des bits à zéro, le niveau correspondant ne peut plus être masqué puisque l'instruction XIO L 50, bien au contraire, le démasque. C'est pourquoi les sous programmes de départ et d'arrêt temporaires modifient, puis rétablissent le bit associé à l'interruption de cycle. Les programmes pseudo-réentrants n'ont alors plus aucun effet sur cette interruption, puisqu'ils ne masquent ou démasquent le niveau que quand il est déjà masqué ou démasqué.

Le sous programme de cycle ne fait pas lui-même appel à des sous programmes pseudo-réentrants. Il peut donc prendre la commande sans inconvénient, même si un pseudo-réentrant est en cours. Enfin, comme

il est expliqué en annexe, la modification du mot d'adresse 50 n'a pas d'influence sur le fonctionnement des programmes du système qui utilisent ce mot, comme UNMK. Le problème du masquage par pseudo-réentrants est donc résolu.

MASQUAGE PAR L'EAC

Le programme d'erreurs du système, l'EAC, est construit comme un pseudo-réentrant, mais il n'utilise pas les mots d'adresse 50 à 53 pour masquer tous les niveaux. Pendant les quelques secondes que peut durer son exécution, l'acquisition s'arrête, l'interruption de cycle étant masquée.

On pourrait aisément empêcher ce masquage, mais ce serait prendre un risque. En effet, supposons qu'un programme de fond fasse appel à l'EAC. Les programmes du squelette continuent alors à travailler et, s'ils ont été altérés au moment de la première erreur, ils appellent l'EAC à leur tour. Comme l'EAC n'est pas vraiment réentrant, les deux appels ne peuvent pas être satisfaits.

Il faudrait ne laisser le niveau de cycle démasqué que dans les cas d'erreurs bénins, ou mieux, assurer la réentrance de l'EAC. Ceci entraînerait des modifications importantes à l'EAC, que nous avons jugées inutiles, puisque l'adaptation au système MPX résout le problème (cf § 4.2).

CONCLUSION DU PARAGRAPHE 3.3.2.4

Le temps t_M a pu être réduit à zéro, sauf dans le cas, heureusement assez rare, d'une erreur dans le travail de fond.

3.3.2.5 - CONCLUSION DU PARAGRAPHE 3.3.2

Les temps t_M et t_{MIC} ayant été annulés, il ne reste que t_C , qui est égal à $135 \mu s + 13 \mu s$, soit environ $150 \mu s$. Les performances de l'ancien système sont donc conservées (cf § 4.3.1).

A N N E X E 2

EXEMPLE DE MASQUAGE GENERAL DES INTERRUPTIONS

Le sous programme MASKR est utilisé par le système pour retarder le traitement d'interruptions par des CMI, si une CMI est déjà en cours d'exécution. Il est appelé chaque fois que le système charge une CMI en mémoire, et il masque les interruptions associées à toutes les autres CMI. C'est un petit programme de 17 instructions, construit sous forme pseudo-réentrante. Malgré sa petite taille, il masque tous les niveaux pendant 95 μ s, ce qui suffit pour perturber les acquisitions rapides.

INFLUENCE DE LA MODIFICATION DU MOT 50

SUR LE FONCTIONNEMENT DE LA ROUTINE "UNMK"

Le programme système UNMK permet à l'utilisateur de démasquer des niveaux. Soit j un niveau de priorité. Considérons les variables booléennes suivantes :

m_j = état du niveau j (mots 46 et 48)	$m_j = 1$ masqué
	$m_j = 0$ démasqué
a_j = argument fourni à UNMK	$a_j = 1$ démasquer le niveau
	$a_j = 0$ laisser le niveau dans l'état précédent
t_j = état du niveau j après exécution des instructions XIO L 50 et XIO L 52	$t_j = 1$ masqué
	$t_j = 0$ démasqué

Le programme UNMK effectue l'opération suivante :

$$m_j = m_j (a_j \oplus t_j) \quad V_j$$

En principe, les bits des mots 50 et 52 étant toujours à 1, on a :

$$t_j = 1 \quad V_j$$

Donc :

$$m_j = m_j \cdot \overline{a_j} \quad V_j$$

On a bien un démasquage des niveaux j pour lesquels a_j vaut 1.

Pour le niveau de cycle, on a modifié le bit du mot 50, donc :

$$t_j = 0 \quad \text{et} \quad m_j = m_j \cdot a_j$$

L'opération n'est plus la même. Cependant, t_j n'est nul que si le niveau j est démasqué. Dans ce cas m_j est nul, et reste nul :

$$m_j = m_j \cdot a_j = 0 \cdot a_j = 0$$

3.3.3 - CONFLITS DUS A LA MULTIPROGRAMMATION

ET AU PARTAGE DE TEMPS

Le partage de temps entre le traitement par lots et le PROCESSUS qui l'interrompt, la multiprogrammation avec les sous programmes du squelette, tout cela pose des problèmes pour l'attribution des ressources à des travaux concurrents.

3.3.3.1 - UTILISATION DE LA MEMOIRE CENTRALE

LIMITATION DE L'ENCOMBREMENT DU RESIDENT

La taille du directeur et des sous programmes d'entrée-sortie est fixée par les options prises à la génération. La grandeur de l'INSKEL COMMON est imposée par la dimension souhaitable des GRANDES TABLES.

Il fallait donc limiter au maximum le nombre et l'encombrement des sous programmes ajoutés au squelette. Examinons le cas de chacun d'eux :

- le sous programme de cycle (MD012) est unique pour les trois télémesures ;
- l'utilisation des sous programmes IOBM et MOD6, au lieu d'une variante du programme MAGT du système, permet un gain de place appréciable ;
- les interruptions des canaux d'entrée-sortie numérique sont traitées par un programme unique. L'utilisation de l'interruption programmée de niveau 16 permet de reporter une grande partie du travail en zone variable ;
- les programmes de temps prédéterminés, de départ et d'arrêt (DETMP, ARTMP, TEMPR, I1301, I1302) font obligatoirement partie du squelette, seule solution possible pour traiter rapidement les interruptions.

Les constantes, variables, indicateurs et IOCC utilisés par les programmes en squelette sont regroupés en INSKEL COMMON dans la zone de renseignements. On gagne ainsi un peu de place : une même constante n'a pas à être définie plusieurs fois, de plus, la CM d'initialisation peut placer les IOCC nécessaires pour le type de télémessure choisi et éviter la répétition des IOCC des trois télémessures. Enfin, les modifications éventuelles de ces informations sont facilitées.

LIMITATION DE LA TAILLE DES CHARGES MEMOIRE

Se reporter au paragraphe 3.3.1.

UTILISATION DES DISQUES COMME MEMOIRE AUXILIAIRE

Cette question est exposée en annexe.

A N N E X E 3

MEMOIRE AUXILIAIRE : LES DISQUES

Les programmes de préparation d'initialisation et de COLD START communiquent au moyen de fichiers sur disque. Il faut donc prendre les précautions nécessaires pour que les contenus de ces fichiers ne soient pas altérés par d'autres travaux.

Le système TSX prévoit des fichiers permanents, résidant en zone fixe et catalogués comme des CM. Cependant, ils sont peu commodes à définir, et nous avons préféré utiliser des fichiers dans la ZONE DE TRAVAIL PROCESSUS (Process Working Storage). La PRWS n'est accessible qu'à partir des CM DE PROCESSUS, ce qui est déjà une sécurité. Les fichiers peuvent être transmis d'une CM à une autre, si cette dernière les re-définit de la même manière.

3.3.3.2 - PARTAGE DES CANAUX D'ENTREE-SORTIE

La possibilité d'interrompre un travail au profit d'un autre impose de multiples contraintes au niveau des opérations d'entrée-sortie. Par exemple, les sous programmes d'entrée-sortie doivent être réentrants, le programme interrompant ne doit pas occuper l'emplacement en mémoire du programme interrompu si les entrées-sorties de ce dernier sont actives. Le travail prioritaire ne peut accéder aux périphériques que le travail de fond laisse dans l'état OCCUPE. Enfin, il faut éviter, sur un support à accès séquentiel, le mélange d'informations enregistrées par des travaux différents.

La bibliothèque d'entrées-sorties du système TSX est étudiée en fonction de ces nécessités, mais elle n'est pas toujours bien adaptée aux particularités de notre application (unités supplémentaires, exigences en cadence, etc...). De plus, le fonctionnement en multiprogrammation entraîne des obligations nouvelles. Nous allons donc examiner les problèmes posés par les périphériques industriels ou classiques, le cas particulier important des bandes magnétiques faisant l'objet d'un paragraphe spécial.

3.3.3.2.1 - ENTREES-SORTIES NUMERIQUES ET SORTIES ANALOGIQUES

Les entrées-sorties numériques sont réservées en principe aux acquisitions, et le problème des opérations simultanées en squelette et en zone variable ne se pose pas. C'est pourquoi nous n'avons pas utilisé dans ce cas des routines réentrantes.

Les sorties analogiques et la sortie numérique FM étant groupées sur un même canal, il est impossible d'utiliser les sorties analogiques pendant les acquisitions FM. En effet, la programmation de la sortie numérique FM ne fait pas appel aux routines réentrantes fournies par la Compagnie IBM. Pendant le reste du temps, il faut éviter d'être interrompu par une CMI, car le système n'est pas au courant de l'E/S en cours (cf § 3.3.1).

3.3.3.2.2 - PERIPHERIQUES CLASSIQUES

LECTEUR DE CARTES

Il peut y avoir des conflits si le lecteur de cartes est utilisé par des programmes prioritaires, ce qui oblige à interrompre le traitement par lots. Les programmes DE PROCESSUS doivent donc utiliser, à la place des cartes de données, les clés du pupitre, les états permanents de la console, les claviers de la machine à écrire ou du 2260, les fichiers sur disque ou bande, etc...

IMPRIMANTE

L'impression des listes d'assemblage ou de compilation des travaux du traitement par lots peut être interrompue si un programme prioritaire utilise aussi l'imprimante. Il faut donc prévoir pour ce dernier des sauts de page en début et en fin de travail.

MACHINES A ECRIRE

Un espacement de 60 caractères en début de ligne permet de distinguer les messages provenant des programmes prioritaires. La deuxième machine à écrire est réservée aux messages de l'acquisition.

ECRAN CATHODIQUE 2260

Cette unité n'est pas supportée par le software IBM 1800, mais il existe un sous programme réentrant qui permet son utilisation à plusieurs niveaux.

3.3.3.2.3 - BANDES MAGNETIQUES

CONFIGURATIONS (cf fig. 13)

Le calculateur IBM 1800 est prévu pour être connecté à deux unités de bandes. Nous disposons dans notre cas d'une unité rapide à 9 pistes, et d'une unité lente à 7 pistes. Les échanges d'information entre la mémoire et les deux unités passent par un canal unique.

L'achat en supplément d'une unité de contrôle et d'un dérouleur lent à 9 pistes a permis l'utilisation d'un second canal. Cette disposition présente de nombreux avantages, un canal étant réservé aux acquisitions sur l'unité rapide, un autre aux traitements différés sur les unités lentes.

CONFLITS DANS L'ANCIENNE CONFIGURATION

Supposons que, pendant une acquisition, un programme en zone variable se serve de la bande 7 pistes. Quand cette bande est occupée, il faut attendre pour pouvoir écrire sur l'unité rapide, puisque le canal est unique. Cette attente est inadmissible à cause des impératifs de cadence de l'acquisition.

Une entrée-sortie en cours ne pouvant être arrêtée, il faut interdire l'usage de l'unité 7 pistes pendant les acquisitions, et à plus forte raison celui de l'autre unité. Cette interdiction peut se réaliser de deux manières :

- a) interdire l'exécution de tout programme utilisant les bandes ;
- b) détecter les tentatives d'utilisation pour pouvoir, au choix, tuer le programme qui en est l'auteur, ou le mettre en attente jusqu'à la fin de l'acquisition.

La seconde méthode est la meilleure, mais elle nécessite des modifications délicates dans les programmes du système. Nous nous sommes contentés de la première, qui est plus simple, mais qui exige une classification des programmes selon qu'ils font ou non usage des bandes. L'interdiction est réalisée différemment pour les travaux DE PROCESSUS et pour le traitement par lots.

Les charges mémoire DE PROCESSUS étant en nombre restreint, on a pu imposer, dans le cas de l'utilisation des bandes, les précautions suivantes :

- au début du programme, un test du mot d'appel sélectif permet d'en empêcher l'exécution si une acquisition est en cours (le mot d'appel sélectif est un indicateur situé dans la zone réservée de l'INSKEL COMMON. cf § 3.1.2.12).

- pendant l'exécution du travail, l'interruption d'appel de la CMI d'initialisation est soit masquée, soit traitée par un sous programme d'erreur incorporé à la Charge Mémoire DE PROCESSUS.

Les travaux du traitement par lots commencent par des cartes de commentaires qui donnent au besoin toutes les indications nécessaires au montage des bandes. L'opérateur peut donc faire le tri des programmes à passer pendant les acquisitions.

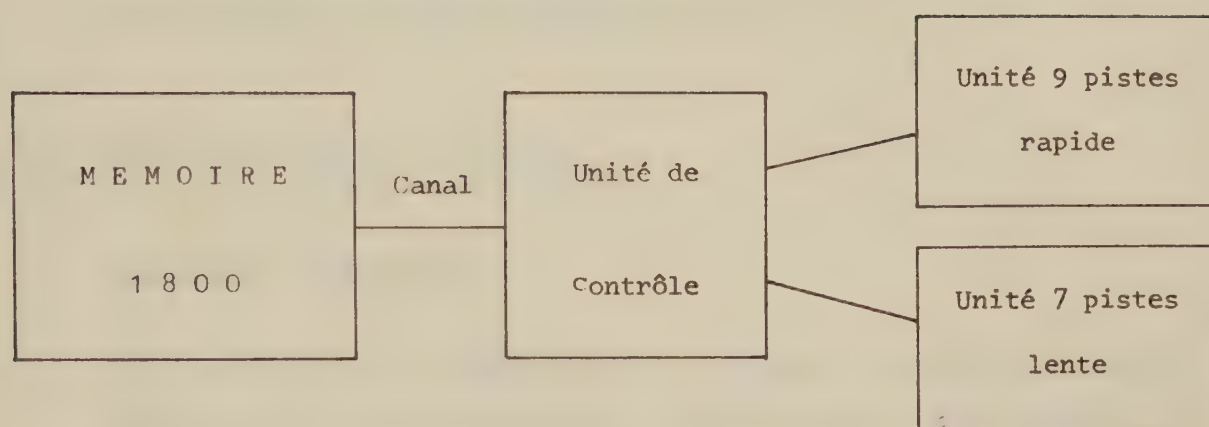
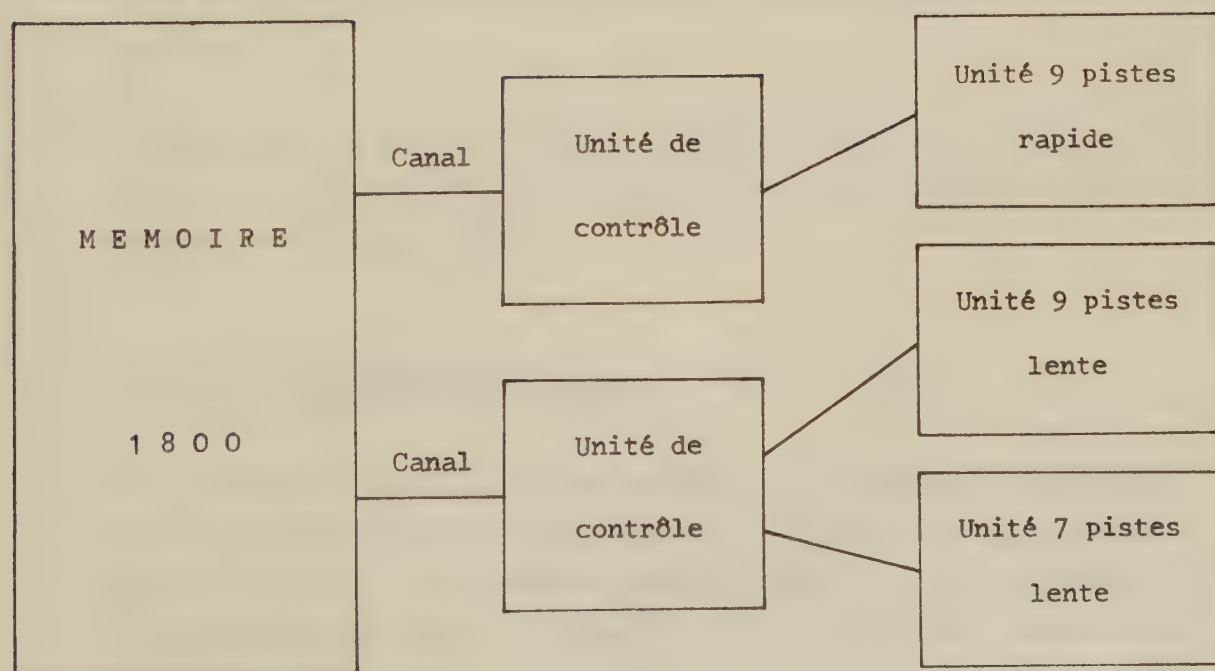
CAS DE LA CONFIGURATION ETENDUE

Il n'y a plus de conflit si l'on réserve la bande rapide aux travaux d'acquisition, qui disposent alors de leur propre canal de sortie. On peut cependant admettre l'utilisation de cette unité par des programmes en zone variable si l'on prend les mêmes précautions que dans le cas de l'ancienne configuration. Les dangers sont, toutefois, moins grands, car l'unité rapide est seule sur son canal, et est visiblement occupée pendant les acquisitions.

SOUS PROGRAMMES D'ECRITURE SUR LA BANDE RAPIDE

Le système TSX ne permet que les opérations sur les deux bandes lentes, au moyen du sous programme MAGT. Nous avons dû écrire un autre programme, MAGTX, pour la troisième unité. MAGTX est une variante de MAGT, ce qui permet de conserver pour la bande rapide les possibilités des deux autres, sauf l'appel en FORTRAN, impossible sans modification du compilateur.

Cependant, l'utilisation de MAGTX (ou de MAGT dans l'ancienne configuration) est impossible pour l'écriture des GRANDES TABLES par le sous programme de cycle MD012. Nous avons en effet, pour accélérer les cadences, supprimé le passage par le MIC au moment de l'interruption de cycle (cf § 3.3.2.3). L'usage de tout programme réentrant est alors interdit pour le traitement de cette interruption, les sauvegardes nécessaires n'étant plus assurées par le MIC.

CONFIGURATION INITIALEEXTENSION

Un appel au sous programme IOBM, écrit spécialement dans ce but, permet l'enregistrement des GRANDES TABLES. Les interruptions provenant de l'unité rapide sont aiguillées sur le sous programme MOD6, au moyen d'une modification de mot réservé, et MAGTX ne peut plus en avoir le contrôle.

MOD6 peut éventuellement détecter les interruptions causées par des appels interdits à MAGTX en zone variable.

3.3.3.3 - PROTECTION CONTRE LES ERREURS

3.3.3.3.1 - GENERALITES

Nous avons pu, en ajoutant certains programmes au résident, réaliser une sorte de multiprogrammation. Malheureusement, le système TSX n'est pas vraiment prévu pour ce genre de travail, et il présente deux défauts majeurs.

Tout d'abord la protection mémoire n'est pas adaptée à la multiprogrammation. Elle opère mot par mot, et non bloc par bloc, et est valable pour tous les programmes, qu'ils fassent ou non partie du résident. On ne peut donc pas protéger ce dernier contre les erreurs de la zone variable.

D'autre part, le programme d'erreurs du système, l'EAC, n'est pas réentrant. Il masque tous les niveaux pendant son exécution et tous les travaux sont alors arrêtés.

3.3.3.3.2 - CLASSEMENT DES TRAVAUX

Toute erreur du travail de fond pendant une acquisition entraîne un arrêt de cette dernière, dû au masquage des interruptions pendant le travail de l'EAC. Cet arrêt de quelques secondes n'est pas gênant si la télémessure est lente et longue (cas des satellites). Dans le cas des télémessures rapides, il faut recommencer l'acquisition qui, heureusement, est en général assez courte (10 à 15 mn au plus, cas des fusées sondes). De toutes façons, il faut éviter ces arrêts dans la mesure du possible.

CLASSEMENT DES TRAVAUX DU TRAITEMENT PAR LOTS

TRAVAUX COMPATIBLES (autorisés pendant les acquisitions)

- Assemblages et compilations
- Simulations
- Constructions de charges mémoire sans exécution
- Gestion de la bibliothèque de programmes (enregistrement sur disque d'un nouveau programme, etc ...)
- Exécutions de programmes parfaitement au point et n'utilisant pas la bande 9 pistes rapide.

TRAVAUX INCOMPATIBLES (interdits pendant les acquisitions)

- Exécutions de programmes en cours de mise au point
- Exécutions de programmes utilisant la bande 9 pistes rapide.

INDICATION DE LA CLASSE

Le programmeur doit indiquer la classe de son programme sur une carte de commentaires au début du paquet de cartes.

Les programmes DE PROCESSUS, en général écrits pour des travaux de routine, sont soigneusement mis au point. Les erreurs proviennent essentiellement du traitement par lots. Nous avons dû classer les travaux par lots, en fonction des probabilités d'erreurs possibles.

- probabilité nulle pour les assemblages, compilations, mises à jour de la bibliothèque sur disque (les erreurs éventuelles sont détectées par les compilateurs).
- Probabilité faible pour une exécution d'un programme déjà au point.
- Probabilité grande pour l'exécution d'un programme en cours d'essai.

Le programmeur indique sur une carte commentaire si son programme risque de provoquer des erreurs. L'opérateur évite alors de le faire passer pendant une acquisition.

3.3.3.3 - CAS DES ERREURS GRAVES

Si une erreur grave se produit - violation de protection mémoire, code opération inconnu, etc... - le résident peut se trouver endommagé. L'EAC peut alors décider de recharger tout le système résident à partir du disque. Pendant cette opération, appelée RELOAD, toute l'activité du système est bien entendue arrêtée.

Le rechargement dure trois ou quatre secondes, le temps, entre autres, de lire en mémoire une dizaine de milliers de mots du disque. Le contrôle est passé ensuite à la charge mémoire de COLD START.

Les programmes d'acquisition sont rétablis dans leur état initial, mais l'INSKEL COMMON, qui peut aussi avoir été **altéré**, est remis à zéro.

L'acquisition ne peut donc pas reprendre, sauf si des précautions spéciales ont été prises, et c'est ce que nous allons examiner maintenant.

Le programme d'initialisation construit des tables en INSKEL COMMON : cadences, temps prédéterminés, grandes tables, renseignements. Ces tables sont recopiées sur disque dans un fichier réservé à cet effet. Le mot d'appel sélectif, MOAS, et l'indicateur d'acquisition, INDAC, y sont tenus à jour en permanence, tandis que le reste du fichier n'est modifié qu'à chaque initialisation.

A tout moment, on est à même de savoir si une acquisition est en cours et dans quelle classe elle peut être rangée (MOAS). On sait également si elle est en attente ou en exécution (INDAC), et la composition de l'INSKEL COMMON est connue.

La CM de COLD START, qui s'exécute après chaque RELOAD, peut décider des actions à entreprendre en fonction des valeurs de MOAS et de INDAC dans le fichier :

- MOAS = 0 : démasquage des niveaux nécessaires au fonctionnement du système, sans plus.
- MOAS $\neq$ 0 : l'INSKEL COMMON est rechargé à partir du disque.
L'acquisition, qui était en attente, peut alors repartir au premier départ temporaire.
- Si, de plus, INDAC a la valeur 1, alors la CM de COLD START appelle le programme de départ temporaire, et l'acquisition continue automatiquement.

3.3.4 - RIGIDITE DU SOFTWARE D'ACQUISITION

La présence de routines en squelette confère malheureusement une certaine rigidité à un système de programmes qui présente par ailleurs une modularité assez poussée. En effet, toute modification d'un programme résident nécessite la reconstruction complète du squelette, opération assez malcommode.

En fait, les liens entre les programmes d'acquisition et les autres programmes du squelette étant peu nombreux, il serait facile d'écrire un CHARGEUR permettant de recharger à volonté les premiers, sans toucher aux seconds (ce chargeur n'a pas été écrit, l'adaptation au système MPX réglant à elle seule ce problème).

Il est également possible de substituer aux programmes du squelette des programmes en zone variable, adaptés à n'importe quel cas particulier (par exemple, tables d'acquisition plus grandes que celles de l'INSKEL COMMON, ou plus petites, contenant exactement le format PCM). On perd évidemment la possibilité d'un travail simultané. Il faut modifier les mots réservés - avec toutes les précautions que cela implique - pour que les interruptions ne soient plus traitées par les programmes du squelette.

Enfin, dans de nombreux cas où l'acquisition normale ne convient pas, il suffit d'écrire une charge mémoire DE TRAITEMENT EN TEMPS REEL (cf § 3.1.2).

3.3.5 - DIFFICULTES DE MISE AU POINT

La mise au point des programmes d'acquisition a été assez difficile pour trois raisons :

- toute modification d'un programme en squelette implique la reconstruction de ce dernier ;
- En système ON LINE, les utilitaires de mise au point (DUMP, etc...) ne sont pas en squelette ;
- en TSX, les interruptions programmées sont traitées à part, et il n'est pas possible de simuler par programme une véritable interruption.

Nous avons dû écrire quelques petits programmes utilitaires indispensables : masquage et démasquage à partir du pupitre 1800, état des masques, DUMP de mémoire.

4 - UTILISATION DU SYSTEME MPX

4 . 1 - D I F F I C U L T E S

Le lecteur pourra se demander pourquoi le système MPX n'a pas été utilisé, alors qu'il semble beaucoup mieux adapté à notre problème. Il y a à cela plusieurs raisons.

Tout d'abord, le résident du MPX occupe 20 Kmots, ce qui laisse peu de place dans une mémoire de 32 Kmots, surtout si l'on désire utiliser des partitions (cf § 1.2.3).

Ensuite, les séquences d'appel des sous programmes d'entrée-sortie étant différents, il faut modifier en conséquence tous les programmes écrits en Assembleur TSX, ce qui entraîne un travail considérable, étant donné le nombre de ces programmes.

Enfin, pour profiter au mieux des possibilités de multiprogrammation, il nous faut écrire des sous programmes compatibles avec le MPX pour toutes les unités périphériques supplémentaires, comme l'écran 2260, la bande rapide, etc...

Nous ne parlerons pas, bien sûr, des innombrables modifications de détail rendues nécessaires par le changement de certains sous programmes du système.

4 . 2 - A V A N T A G E S

Malgré les difficultés exposées dans le paragraphe précédent, les avantages du MPX sont tels que l'adaptation des programmes TSX à ce nouveau système est envisagée.

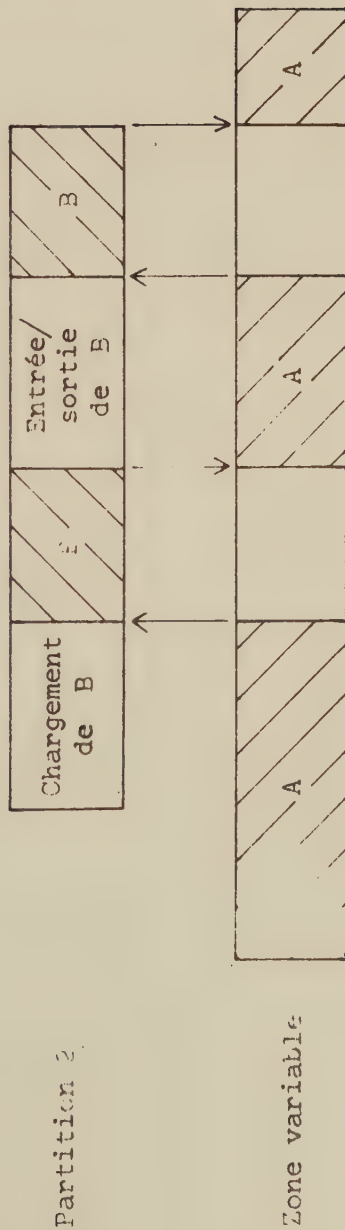
Une extension mémoire de 16 Kmots est prévue, et servira de zone variable. Une première partition de 1 K environ contiendra les programmes anciennement en squelette. Une seconde partition de 11 K permettra soit une seconde acquisition, soit un traitement en temps réel des paramètres de la première, soit des travaux de routine comme les traitements différés. Le résident occupera les 20 Kmots restants.

Dans les grandes lignes, les programmes MPX reprendront ce qui existe déjà en TSX, mais avec les avantages suivants :

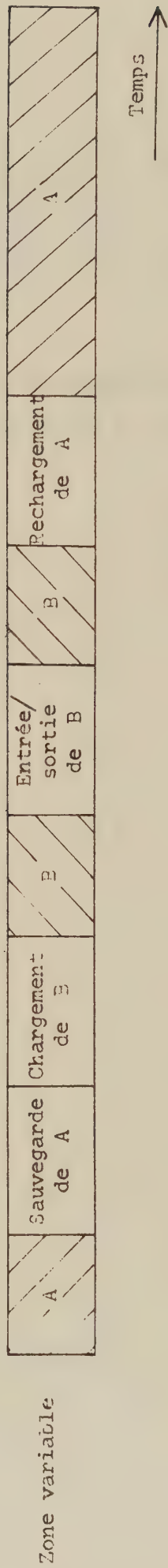
- Possibilité de deux acquisitions simultanées s'exécutant dans la première et la seconde partition ;
- Traitement par lots, ou autre travail de fond, même pendant les traitements en temps réel ou en temps différé s'exécutant en partition. Le temps inutilisé pendant les entrées-sorties sur bandes pourra être récupéré.
- Solutions plus élégantes aux conflits d'entrée-sortie. Le MPX étant un vrai système de multiprogrammation, il est plus facile de résoudre les conflits dus à l'utilisation simultanée du même canal (canal des bandes, par exemple), par deux programmes différents.
- Les sous programmes d'entrée-sortie permettent de mettre une unité momentanément hors service (OFF LINE), et de donner des priorités aux listes en attente.
- Le programme d'erreur (EAC) est réentrant. Les masquages d'interruptions sont réduits au minimum, et le système n'est pas bloqué par des erreurs simultanées.
- Les programmes d'acquisition de la première partition sont interchangeables sans difficulté. Le SOFTWARE d'acquisition est donc entièrement modulaire, d'où plus de facilité pour sa mise au point, ainsi que des possibilités de modification ou d'extension à volonté.

INTERRUPTION D'UN PROGRAMME A PAR UN PROGRAMME B

MPX



TCX



CONCLUSION DU CHAPITRE 4

L'utilisation du système TSX ON LINE et de programmes adaptés a permis d'améliorer grandement le rendement et les performances de la chaîne d'acquisition CARINA, mais au prix de quelques inconvénients, car on a essayé de faire de la multiprogrammation avec un système qui n'était pas prévu pour ce genre de travail.

Une extension de la mémoire centrale et la conversion au système MPX devraient permettre d'éliminer la plupart de ces inconvénients, et de se rapprocher encore plus du rendement optimal.

CONCLUSION

C O N C L U S I O N

Par une organisation convenable du travail, par l'exploitation judicieuse de systèmes de partage de temps ou de multiprogrammation, par l'utilisation de programmes adaptés à ces systèmes, il est possible d'améliorer considérablement le rendement d'une chaîne de traitement de l'information.

Les travaux que nous avons menés dans ce but au CENTRE DE TRAITEMENT DES TELEMESURES de Brétigny semblent porter leurs fruits. Nous ne pouvons, malheureusement, pas l'affirmer catégoriquement, et ceci pour deux raisons : Tout d'abord, le nouveau système, en service depuis peu, est encore mal connu de ses utilisateurs et n'est vraisemblablement pas exploité au mieux de ses possibilités. D'autre part, il faudrait mesurer exactement le rendement global de la chaîne avant et après les améliorations que nous espérons y avoir apportées. Une comptabilité suffisamment précise des travaux effectués sur la chaîne serait assez difficile à établir, et ne donnerait de renseignements que sur le nouveau système, l'ancien n'étant plus utilisé. Nous pensons cependant que les résultats obtenus justifieront les efforts consentis pour y parvenir.

Pour atteindre les objectifs que nous nous étions proposés, nous avons dû surmonter de nombreux obstacles. L'ordinateur 1800, outil assez universel dans le domaine de la conduite de processus, n'est pas très bien adapté aux exigences si particulières du traitement des télémessures spatiales. Les systèmes d'exploitation proposés par IBM sont aussi trop généraux dans notre cas : le MPX est trop encombrant, et le TSX, plus léger, ne permet pas une véritable multiprogrammation. Ces deux systèmes, très puissants sur bien des points, sont un peu faibles pour la rapidité d'analyse des interruptions et pour la protection des programmes entre eux. L'idéal aurait été un software de base et même un hardware étudiés spécialement. Enfin, il ne faudrait pas sous estimer les problèmes extra-techniques posés par toute amélioration dans un système informatique : organisation du travail, formation d'opérateurs, information et assistance aux programmeurs.

Si nous n'avons pas pu maîtriser entièrement toutes les difficultés qui se sont présentées, nous avons au moins appris à les bien connaître. Nous espérons que le présent ouvrage pourra faire profiter notre lecteur de l'expérience ainsi acquise.

A P P E N D I C E

2 4 4 4

79

5

3

28

25

<2*NMTE

1

1

NTGT*NMTE

1

1

NTGT*NMTE

6

60

50

Non utilisé

Table de ' Reset ' du 2701

Table de mode du 2701

4 tables de temps
prédéterminés

5 tables de cadence

Non utilisé

01 WC = NTGT * NMTE + 1 ≤ 1221
mot d'appel sélectif

NTGT tables élémentaires
de NMTE mots

01 WC = NTGT * NMTE + 1 ≤ 1221
mot d'appel sélectif

NTGT tables élémentaires
de NMTE mots

Non utilisé

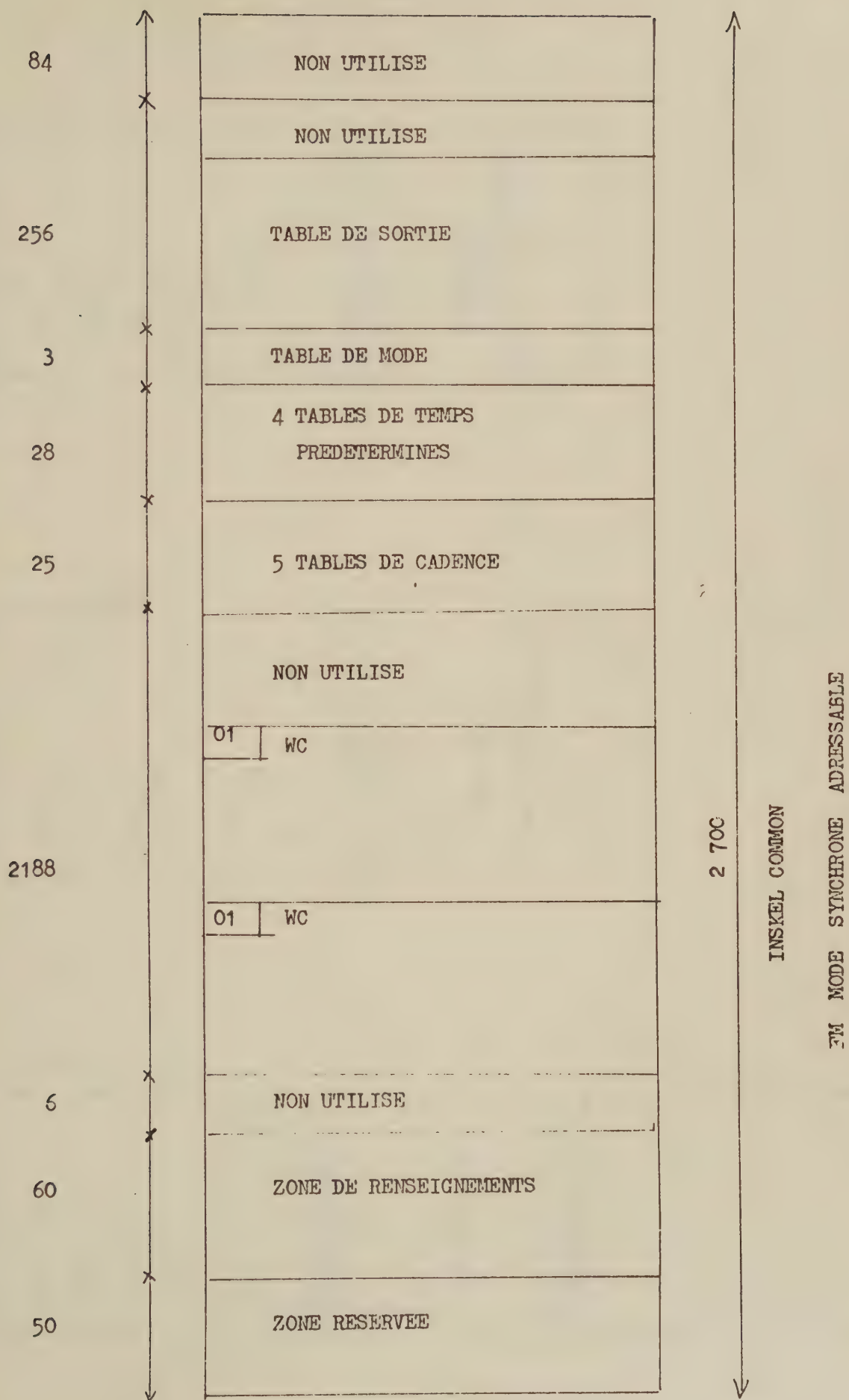
Zone de renseignements

Zone réservée

2700

I N S K E L C O M M O N

(Les cotes sont données en nombre de mots)

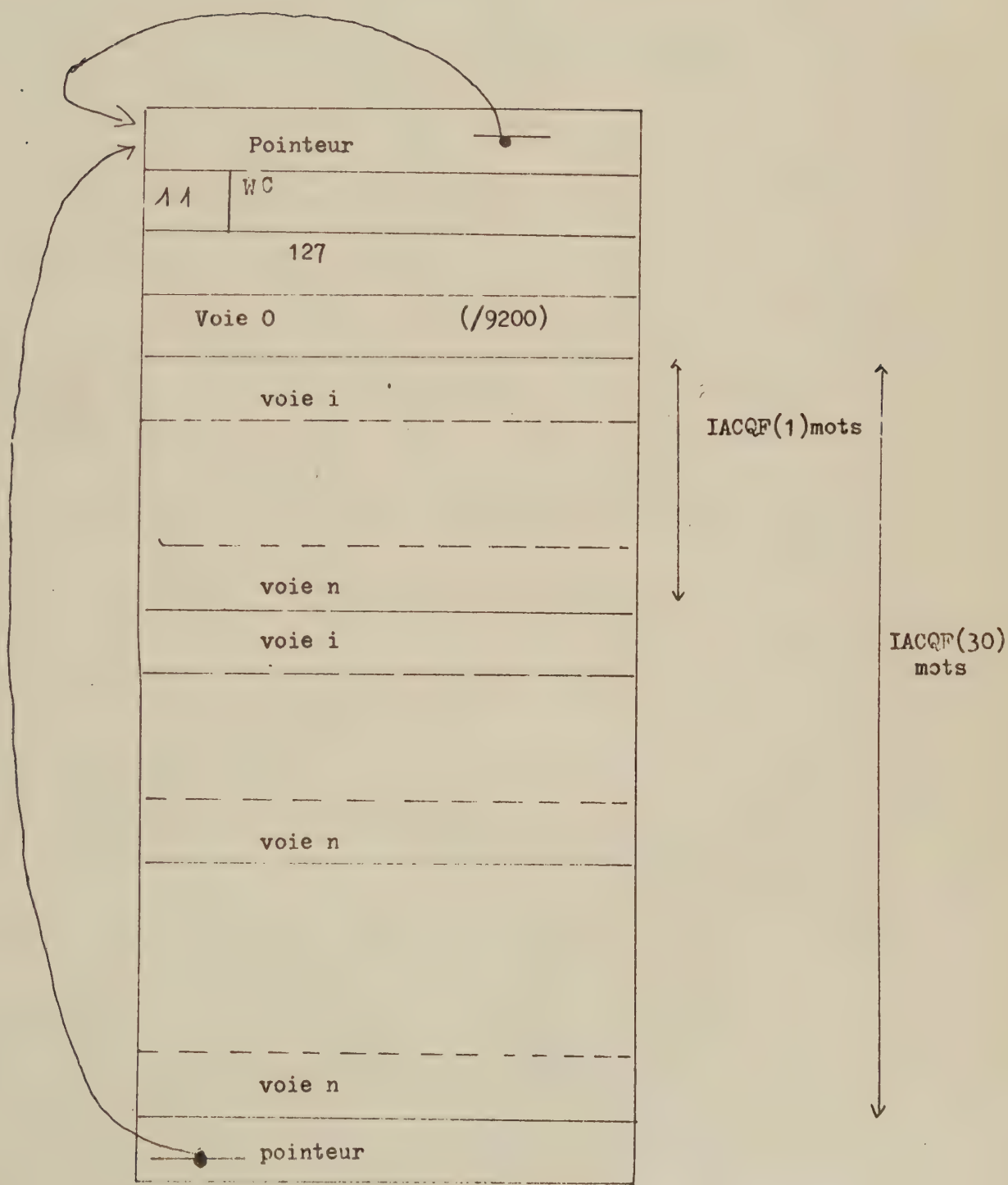


00	WC = 10	
	64	
	QTF	
	67	
	TG1	
	66	
	TG2	
	65	
	TG3	
	73	
	TF	FM
	*	
01	WC = IACQF(1)+1	
	64	
	IACQF(1) mots	
	POINTEUR	
	*	

00	WC = 12	
	71	
	QTF	
	64	
	QTF	
	67	
	TG1	
	66	
	TG2	
	65	
	TG3	
	72	
	TF	QUA
01	WC = NMOP + 1	
	64	
	NMOP mots	
	= IACQQ (13)*IACQQ(12)	

00	WC = 12	
	69	
	QTF	
	64	
	QTF	
	67	
	TG1	
	66	
	TG2	
	65	
	TG3	
	70	
	TF	PCM
01	WC = NMOP + 1	
	72	
	NMOP mots	
	= IACQP(14)*IACQP(13)	

TABLE DE SORTIE PM MODE SYNCHRONE ADRESSABLE



COMPOSITION DE LA ZONE DE RENSEIGNEMENTS SUR L'ACQUISITION
NOMME ET DESIGNATION

VERSION JUIL 71

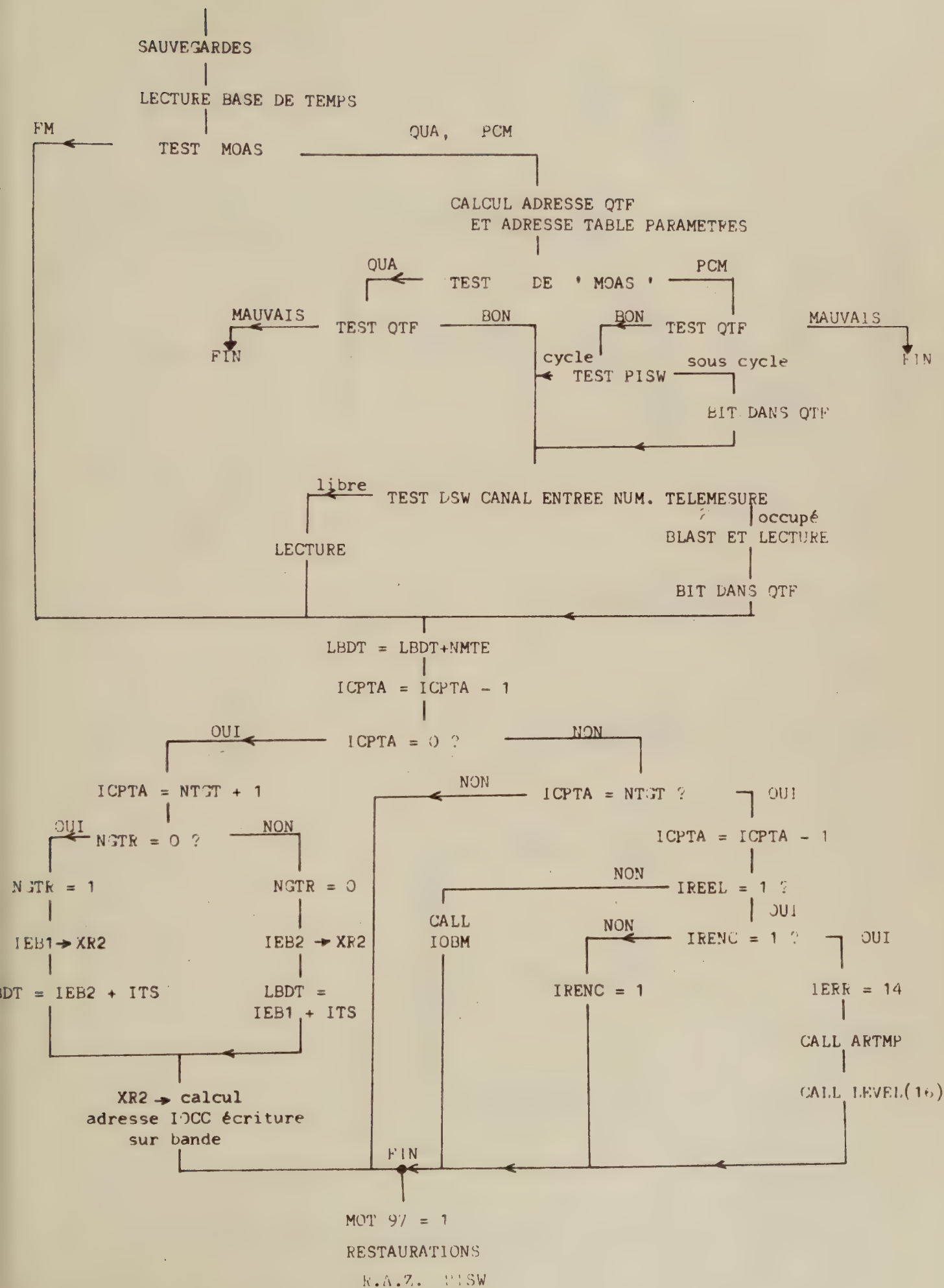
```
*****
C IBSF * =-1 SI F SYM. ADRESSABLE, =0 SINON *
C IOBSF * IOCC BLAST CANAL SORTIE FM *
C *****
C IBAZ * ADRESSE TABLE DE RESET(OU DE SORTIE SI FM ADR.) *
C IOBAZ * IOCC ENVOI CANAL SORTIE FM *
C *****
C ITSF * * *
C IOISF * IOCC TEST ISW CANAL SORTIE FM *
C *****
C IODE * ADRESSE TABLE DE MODE *
C IOODO * IOCC ENVOI MODE AU CANAL SORTIE FM *
C *****
C ITMI * * *
C IOTMI * IOCC TEST ISW CANAL MI *
C *****
C IEBI * (RESERVE POUR LA ROUTINE DE CYCLE) *
C IOBAI * IOCC BLAST CANAL MI *
C *****
C ICAD * ADRESSE TABLE DE CADENCE *
C IOCAD * IOCC ENVOI CADENCE AU MI *
C *****
C ICDF * ADRESSE TABLE CADENCE O *
C IOCDF * IOCC ENVOI CADENCE AU MI *
C *****
C ITPR * ADRESSE TABLE TEMPS PREDETERMINE *
C IOTPR * IOCC ENVOI TEMPS PREDETERMINE *
C *****
C ICTPR * COMPTeur DE TEMPS PREDETERMINE *
C IOTPR * NOMBRE DE TEMPS PREDETERMINE *
C *****
C IPS * SAUVEGARDE NOT RESERVE NIV. CYCLE *
C IOIPS * IOCC RESTAURATION PISW NIVEAU CYCLE *
C *****
C IDM1 * NIVEAUX A MASQUER POUR LE DEPART TEMPORAIRE *
C IDM2 * * *
C *****
C MAS1 * NIVEAUX A MASQUER POUR L'ARRET TEMPORAIRE *
C MAS2 * * *
C *****
C ITS * CONSTANTE 2 *
C IOTS * IOCC TEST ISW ENTREE NUMERIQUE TELEMESURE *
C *****
C IBLP * CONSTANTE POUR CALCUL ADRESSE TABLE PARAMETRES *
C IOBLP * IOCC BLAST PARAMETRES *
C *****
C LPAR * ADRESSE D'UNE TABLE PARAMETRES *
C IOLPA * IOCC LECTURE PARAMETRES *
C *****
C ITBT * * *
C IOTBT * IOCC TEST ISW BASE DE TEMPS *
C *****
```



```

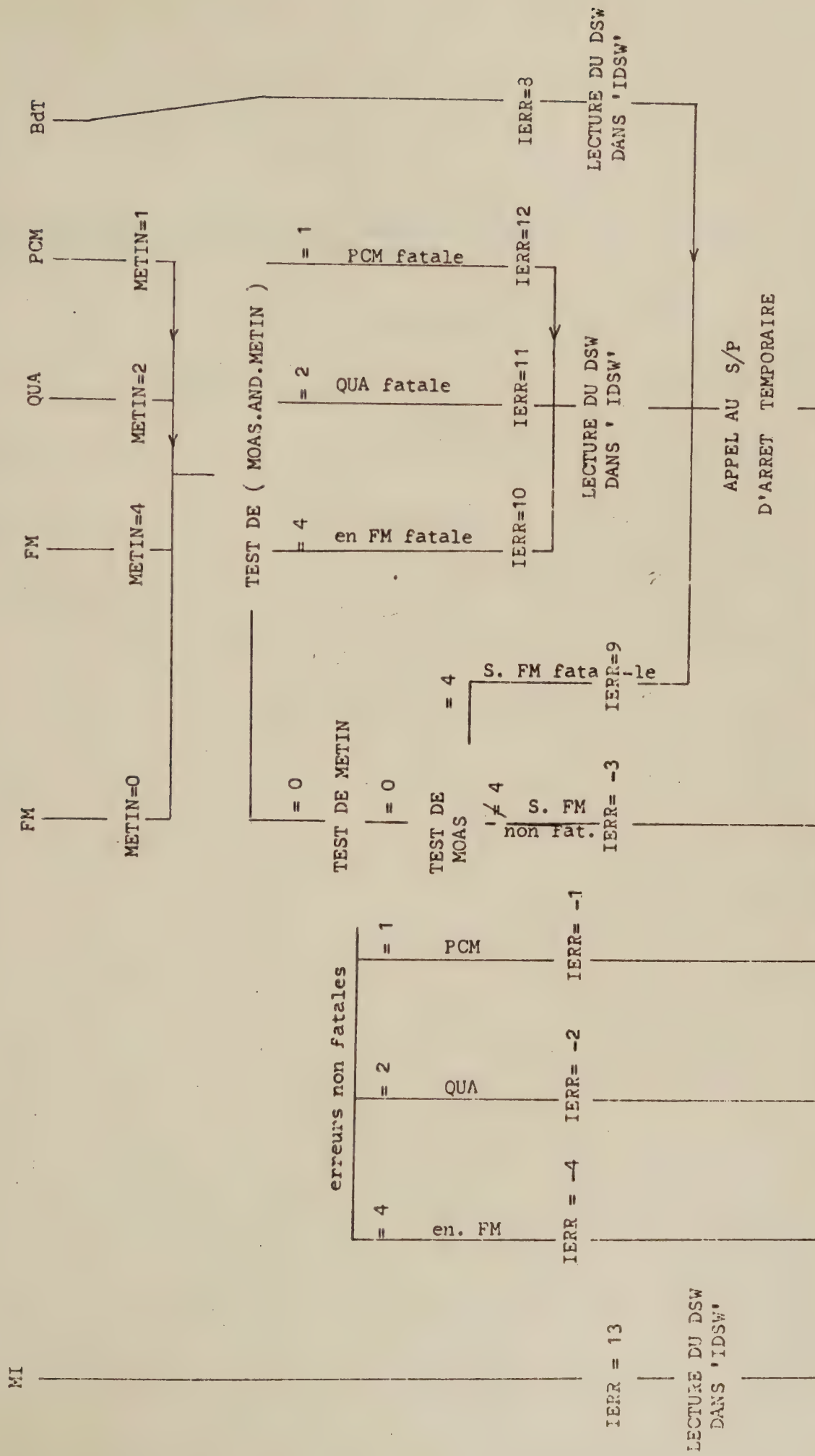
*
C IBLB * IOCC BLAST CANAL BASE DE TEMPS
C IOBLB *****
C LBDT * ADRESSE D'UNE TABLE TEMPS
C IOBDT * IOCC LECTURE BASE DE TEMPS
C *****
C I7P * SAUVEGARDE MOT RESERVE NIV. 6 (BANDE RAPIDE)
C IO7P *
C *****
C ITRM * INDICATEUR D ECRITURE SUR BANDE RAPIDE
C IOTRM * IOCC TEST FSW BANDE RAPIDE
C *****
C IEB2 * ADRESSE W.C. 2EME GRANDE TABLE
C IOEB2 * IOCC ECRITURE SUR BANDE RAPIDE
C *****
C IEB1 * ADRESSE DU W.C. 1ERE GRANDE TABLE
C IOEB1 * IOCC ECRITURE SUR BANDE RAPIDE
C *****
C IERR * INDICATEUR D'ERREUR
C IDSW * DSW UNITE EN ERREUR
C *****
C NMTE * NOMBRE DE MOTS DANS UNE TABLE ELEMENTAIRE
C NTGT * NB. DE TABLES ELEMENTAIRES DANS UNE GRANDE TABLE
C *****
C NGTR * NUMERO DE LA GRANDE TABLE A REMPLIR
C ICPTA * COMPTEUR DE TABLES ELEMENTAIRES
C *****
C IDISK * INDICATEUR ACQUISITION SUR DISQUE ( PROJET)
C ISYFO * INDICATEUR SYNCHRO DE FORMAT (PROJET)
C *****
C IRENC * INDICATEUR TEMPS REEL EN COURS
C IRIIL * INDICATEUR TEMPS REEL DESIRE
C *****
C IWC * WORD COUNT
C ISA * ADRESSE SECTEUR
C *****
C IND7C * INDICATEUR ACQUISITION EN COURS
C ADAS * MOT D'APPEL SELECTIF
C *****
C *
C *
C ZONE DE 50 MOTS RESERVEE AUX PROGRAMMES AUTRES
C QUE L ACQUISITION
C *
C *
C *****
C L ADRESSE DE CE MOT EST A L ADRESSE 156
C *****

```

SORTIES NUMERIQUES

ENTREES NUMERIQUES



SOUS PROGRAMME D'ECRITURE SUR BANDES (IOBM)

VERSION JUIL 71

#C

TEST DE L INDICATEUR ITBM.....

. = 0

OCCUPE

X

X

..... TEST DU DSW (XIO ITBM)

IERR=1

. LIBRE

.

,

X

X

IERR=2

ITBM=1

APPEL S/P

ARRET TEMP.

.

.

.

S/P ARRET TEMP.

ECRITURE TABLE

X

(XIO IEB1 OU IEB2)

INT. PROG.

.

.

NIV. 16

INT. PROG. NIV. 16

.

.

.

.

.

.....

.

.

X

RETOUR PROG. APPELANT

INTERRUPTION NIVEAU 6 BANDES MAGNETIQUES (MOD6)

*MOD JUIL 71

SAUVEGARDES

.

X

LECTURE DU DSW

.

X

OUI

NON

..... TEST BIT 2 REJET.....

.

X

PARITE

TEST BIT 7.....

.OUI

.NON

X

TEST BITS 14 OU 15

BANDE OCCUPEE

.OUI

.NON

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

FIN D OPERATION

.....TEST BIT 9.....

.OUI

.

.NON

X

TEST BIT 13

...FIN DE BANDE.

.OUI

.NON

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

TEST ITBM..

.=0

.=1

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

APPEL S/P ARRET
TEMPO. ET INT. PROGR.
NIVEAU 16

MOT 97 =1, RESTAURATIONS
ET RETOUR

SOUS PROGRAMME DE DEPART TEMPORAIRE (DETNP)

VERSION JUIL 71

*MODIF FIAI 71

*

.

X

RESTAU. PISM CYCLE (XIO IPS)

.

X

BLAST PARAMETRES (XIO IBLP)

.

X

FM

QUA,PCM

.....TEST MUAS

X

TEST IBSF***

.

X

ATTENTE MI LIBRE(XIO ITMI)

ENVOI CADENCE AU MI

ATTENTE MI LIBRE(XIO ITMI)

.

X

ATTENTE SORTIE FM LIBRE (XIO ITSF)

ENVOI 'RESET' AU 2701

(MODE SYN. ADR.,VOIE O, RECYCL.)

ATTENTE SORTIE FM LIBRE (XIO ITSF)

.

X

ENVOI CADENCE O (XIO ICDO)

ATTENTE MI LIBRE

.

X

ENVOI MODE SYN. SEQ. AU 2701

(XIO MODE,XIO IBSF)

.

X

DEMASQUER CYCLE,4,8 (IDM1,IDM2)

DEMASQUER CYCLE,4,8

.

X

DEPART LECTURE PARAMETRES(XIO LPAR)

.

X

ENVOI CADENCE (XIO ICAD)

.

.....

.

X

INDAC=1

.

X

DEPART OU RET 50 (CASQUE TOUT)

.

X

RECOPIE DISQUE DE INDAC

.

X

RETOUR AU PROG. APPELANT

*** SI IBSE=-1 LES OPERATIONS DE LA BRANCHE FM SONT LES SUIVANTES
(MODE SYNCHRONÉ ADRESSABLE ET NON PLUS SÉQUENTIEL)

PLAST SORTIE FM (XIO IBSE)

ATTENTE MI LIBRE
ENVOI CADENCE 0 AU MI
ATTENTE MI LIBRE

ENVOI MODE SYN. ADRESSABLE AU 2701 (XIO MODE, XIO IBSE)

DEMASQUER CYCLE, 4, 8

DEPART SORTIE FM (XIO IRAZ)

DEPART LECTURE PARAMETRES

ENVOI CADENCE

SOUS PROGRAMME D'ARRET TEMPORAIRE (ARTAP)

VERSION JUIL 71
*MODIF MAI 71

RESTAURATION MUT 50

```

      .
      X
      MASQUER NIVEAU CYCLE(MAS1,MAS2)
      .
      OUA,PCF      X
      .....TEST MDAS
      .
      .           X FM
      .           SI SYN, ADR. BLAST SUR FM
      .           ( XIO IBSF )
      .
      .           X
      .           BLAST PARAMETRES (XIO IBLP)
      .
      .           X
      .           INITIALISATION EN DEBUT DE GDE TABLE
      .           DE ICPTA ET DE LBDT
      .
      .....X.
      .
      .           X
      .           INDAC=0 (INSKEL ET DISQUE)
      .
      .           *
      .
      .           X
      .           RETOUR PROG. D'APPEL
```


INTERRUPTION DE TEMPS PREDETERMINE NIV. 13 BIT 0 (TEMPR)

VERSION JUIL 71

```

      =4 (FM)                                #4 (QUA OU PCM)
      ..... TEST DU MOT D APPEL .....
      MOAS
      .
      X
      ICTPR=ICTPR-1
      ET TEST DE ICTPR .....
      .#0 . =0
      X .
      PASSAGE AU TEMPS SUIVANT .
      ITPR=ITPR+7 .
      .
      .
      X .
      ATTENTE MI LIBRE .
      .
      X .
      ENVOI TEMPS PREDET. .
      ( XIO ITPR ) .
      .
      .X.....
      X
      PASSAGE A LA CAD. SUIVANTE
      ICAD=ICAD+2
      .
      X
      ATTENTE MI LIBRE ET
      ENVOI CADENCE(XIO ICAD)
      .
      X
      CALL INTEX
```


INTERRUPTIONS MANUELLES CONSOLE PISW NIVEAU 13

(I1301,I1302,I1303)

***** VERSION JUIL 71

BIT 1
DEPART TEMP.

•
APPEL S/P
DEPART TEMP.

•
X
MESSAGE
MACHINE 1053

•
X
CALL ITTEX

BIT 2
ARRET TEMP.

•
APPEL S/P
ARRET TEMP.

•
X
MESSAGE
1053

•
X
CALL INTTEX

BIT 3
ARRET DEFINITIF

•
APPEL S/P
ARRET TEMP.

•
X
CODE 0 DANS
IERR

•
X
MESSAGE 1053

•
X
INT PROGRAMME NIV 16

•
X
CALL INTTEX ;

* * * * *

*MODIF MAI 71

X

RECHARGEMENT EN INSKEL DU MOAS ET DE L'INDAC

$$= 0.$$

#Ü

.....TEST DU MOT D'APPEL.....

RECHARGER ^X TOUT L'INSKEL

.....TEST IREEL

 $\bullet = 1$ $\bullet = 0$
$$\text{INDAC}=\text{O}$$

IERR=0

INT. PROG. NIV. 16

SAUVEGARDE ET MODIF.

MUT RESERVE NIV. CYCLE
ET NIV. .6 (BANDE RAPIDE)**

DEMASQUER LES NIVEAUX
3,5,6,7,10,11,12,16,19,20 *

IR EEL=1 SUR DISQUE

$$= 1$$

.....TEST INDAC

$$\bullet \quad \bullet = ()$$

ALLUMER PAVES

● ————— X

• DEMASQUER LES NIVEAUX 9,13 :
• ET 3,5,6,7,10,11,12,16,19,20 *

MESS 1053

DEMASQUER 4, 8, 9, 13
3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 16, 19, 20 *

MESSAGE 1053

MESSAGE 1053

CALL VIAO

APPEL S/P DEPART TEMPORAIRE

CALL VIA()

AFFICHAGE DES ETATS D'OCCUPATION DES ZONES

```

      .
      X
CHOIX DE LA ZONE
      .
      X
      OCCUPEE
LA ZONE CHOISIE EST.....
      .
LIBRE .
      .
      X
      AFFICHAGE DE L'ETIQUETTE
IND. OCCUPATION=1
      .
      X
      VEUT ON EFFACER LA ZONE..
      .
      X.....
      .
NON .
      X
      OUI
      MESSAGE 1053
      .
      X
      IND. PERMANENCE=0
      .
      X
      IND. PERMANENCE=1
      .
      X
      ENREGISTREMENT DE L'ETIQUETTE
      ET DE LA ZONE
      .
      X
      MESSAGE 1053
      .
      X
      CALL INTEX

```


CMI POUR L'INITIALISATION (INIT1) PISW NIVEAU 20 BIT 07

VERSION JUIL 71

** MODIF JUIL 71

#0

TEST DU MOT D'APPEL MOAS

.

X

=0

REFUSE

.

X

DEMANDE NO DE ZONEX MESSAGE 1053

.

X

ACCEPTÉ

.

X

LECTURE DE LA ZONE

CALL INTEX

.

X

MESSAGES 1816,1053,2260. ATTENTE MODULES ET BANDES PRFTS

.

X

REMISE A ZERO INSKEL SAUF ZONE RESERVEE

.

X

ALLUMER LE VOYANT PROGRAMME EN COURS

.

X

BLAST MI, DEMASQUAGE DU NIVEAU 9

PROGRAMMATION DES MODULES

.

X

RESTAURATION PISW ET DEMASQUAGE NIV. 13

.

X

SI TEMPS REEL, IREEL=1, MISE EN ATTENTE DE LA CHARGE MEMOIRE MONI3

.

X

TEST DU MOT D'APPEL ET CONSTRUCTION DE L'INSKEL

.

X

SAUVEGARDE ET MODIF MOT RESERVE CYCLE

SAUVEGARDE MOT RESERVE NIV. 6(BANDE RAPIDE) **

.

X

SI IREEL=0 , ALORS

ECRIURE DU LABEL DE BANDE RAPIDE **

MODIF DU MOT RESERVE NIV. 6 **

.

X

RECOPIE SUR DISQUE DE L'INSKEL

.

X

ENVOI TEMPS INITIAL ET TEMPS

PREDETERMINE SI FM

.

X

=0

=1

..... TEST IREELX CALL INTEX

X

MESSAGES 1053

'DEMARRER L'ENREGISTREUR'

'POSITIONNER LA CLE TELEMEASURE'

'FATRL DEPART TEMPORAIRE'

•

X

CALL INTEX

CAI PROGRAMME NIVEAU 16 (LLV16)

VERSION JUIL 71
 **MODIF JUIL 71

```

    ERREUR CANAL
    ..... TEST IERR
    .
    X .....X. =0 ARRET DEFINITIF
TEST DSW .
    . X
    . MASQUER LES NIVEAUX 0,2,3,4,8,9,13*
    X
CHOIX DU MESSAGE .
1053 .
    .
    . X
ERREUR FATALE..... RESTAURATION PISW NIVEAU CYCLE
    . OUI
    .
    .
    .
    . X
    . EXTINCTION VOYANT 'PROG. EN COURS'
    .
    . X
    . RESTAURATION MOT RESERVE NIV. DE CYCLE
    . ET NIV. 6 (BANDE RAPIDE) **
    .
    . X
    . SI IREEL=0 , ALORS
    . 3 MARQUES DE BANDE ET REEMB. 9 PISTES RAPIDE **
    .
    . X
    . IREEL=0
    .
    . X
    . MOT D'APPEL =0 EN INSKEL ET SUR DISQUE
    .
    . X
MESS 1053 .
    .
    .....X.
    .
    . X
    . CALL INTFX
  
```


CORRESPONDANCES - CODES D'ERREUR - NUMEROS DE MESSAGES

Code d'erreur	Erreur et gravité	F = fatale, NF = non fatale	pas d'analyse de DSW	Numéros de messages			
				Bits du DSW			
				0 parité	1 violation protection	3 rejet de commande	15 canal occupé
- 4	Entrée numérique FM	NF	37				
- 3	Sortie - FM	NF	38				
- 2	Entrée - QUA	NF	36				
- 1	Entrée - PCM	NF	35				
0	Arrêt manuel	F	1				
1	Dépassement cadence, bandes	F	31				
2	Canal bandes occupé	F	29				
3	7 pistes en service	F	32				
4	Rejet pour bande occupée	F	29				
5	Rejet de commande Bande	F	27				
6	Parité bande	F	26				
7	Fin de bande	F	30				
8	Entrée numérique base de T.	F	-	2	3	4	5
9	Sortie numérique FM	F	-	10		11	12
10	Entrée - FM	F	-	6	7	8	9
11	Entrée - QUA	F	-	14	15	16	17
12	- - PCM	F	-	18	19	20	21
13	Sortie - MI	NF	-	22	23	24	25
14	Dépassement cadence temps	F	34				
15	Rechargement sans reprise réel	F	33				
16	Perte de cycle (code non utilisé)	NF	39				

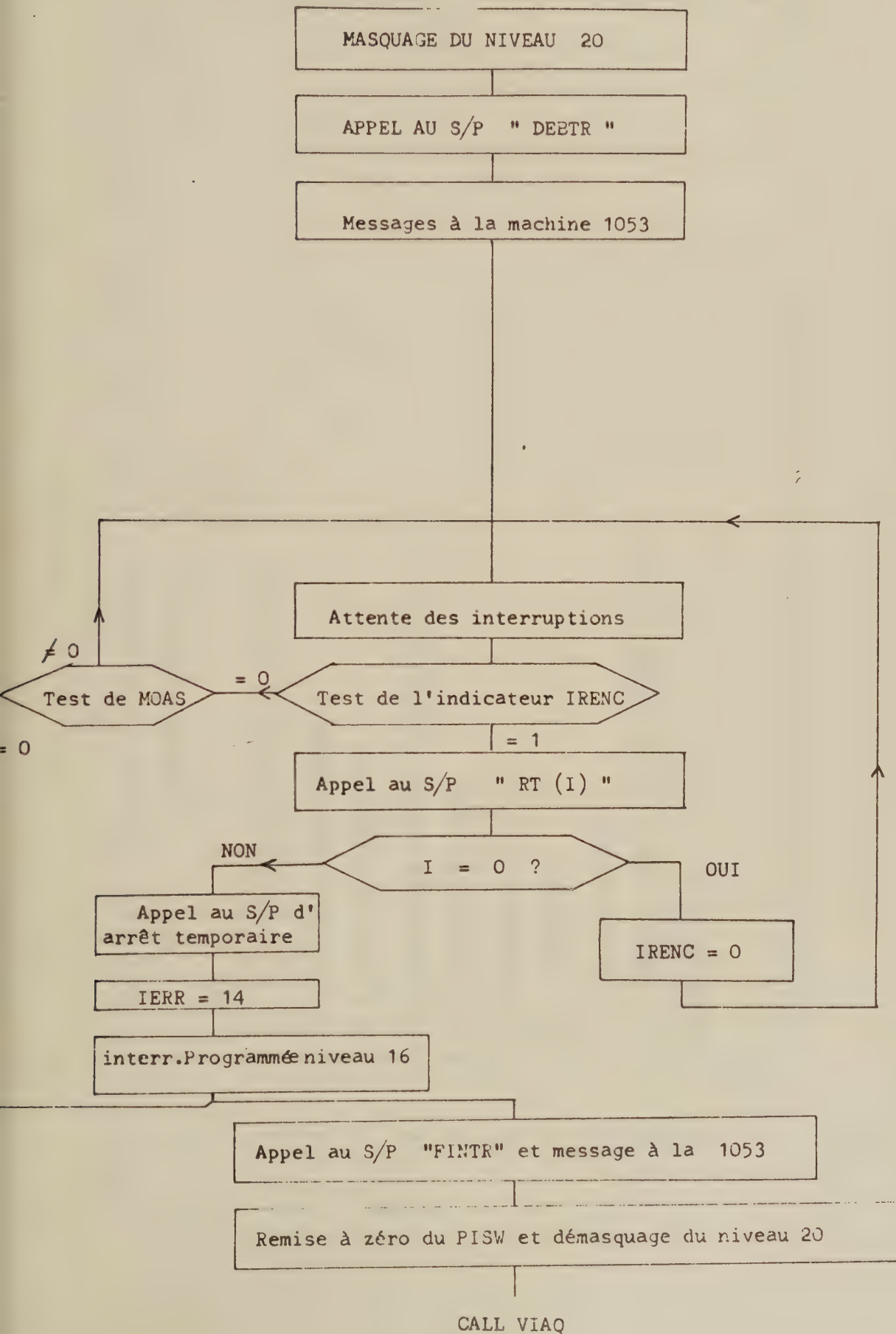
ARRET DEFINITIF A LA CONSOLE TELEMO
ACQ02 ERR PARITE ENTREE BASE DE TEMPS
ACQ03 ERR VIOLATION MEMOIRE ENTREE BASE DE TEMPS
ACQ04 ERR REJET DE COMMANDE ENTREE BASE DE TEMPS
ACQ05 ERR DEPASSEMENT DE CADENCE ENTREE BASE DE TEMPS
ACQ06 ERR PARITE ENTREE FM
ACQ07 ERR VIOLATION MEMOIRE ENTREE FM
ACQ08 ERR REJET DE COMMANDE ENTREE FM
ACQ09 ERR DEPASSEMENT DE CADENCE ENTREE FM
ACQ10 ERR PARITE SORTIE FM
ACQ11 ERR REJET DE COMMANDE SORTIE FM
ACQ12 ERR DEPASSEMENT DE CADENCE SORTIE FM
ACQ13 ERR NON UTILISEE
ACQ14 ERR PARITE ENTREE QU /
ACQ15 ERR VIOLATION MEMOIRE ENTREE QU /
ACQ16 ERR REJET DE COMMANDE ENTREE QU /
ACQ17 ERR DEPASSEMENT DE CADENCE ENTREE QU /
ACQ18 ERR PARITE ENTREE PCM
ACQ19 ERR VIOLATION MEMOIRE ENTREE PCM
ACQ20 ERR REJET DE COMMANDE ENTREE PCM
ACQ21 ERR DEPASSEMENT DE CADENCE ENTREE PCM
ACQ22 ERR PARITE SORTIE MI
ACQ23 ERR VIOLATION MEMOIRE SORTIE MI
ACQ24 ERR REJET DE COMMANDE SORTIE MI
ACQ25 ERR DEPASSEMENT DE CADENCE SORTIE MI
ACQ26 ERR PARITE SORTIE CANAL BDE MAGN
ACQ27 ERR REJET DE COMMANDE SORTIE CANAL BDE MAGN
ACQ28 ERR ECRITURE BDE MAGN
ACQ29 ERR BANDE OCCUPEE PAR JOB ZONE VARIABLE
ACQ30 ERR FIN DE BDE MAGNETIQUE
ACQ31 ERR DEPASSEMENT DE CADENCE ECRITURE BDE MAGNETIQUE
ACQ32 ERR INTERRUPTION INTEMPESTIVE BANDE
ACQ33 ERR RECHARGEMENT SANS REPRISE
ACQ34 ERR DEPASSEMENT DE CADENCE TEMPS REEL
ACQ35 ERR HF ENTREE NUMERIQUE PCM
ACQ36 ERR HF ENTREE NUMERIQUE QU /
ACQ37 ERR HF ENTREE NUMERIQUE FMM
ACQ38 ERR HF SORTIE NUMERIQUE FMM

PROGRAMME PRINCIPAL DE TRAITEMENT EN TEMPS REEL

DEBTR : début de traitement

FINTR : fin de traitement

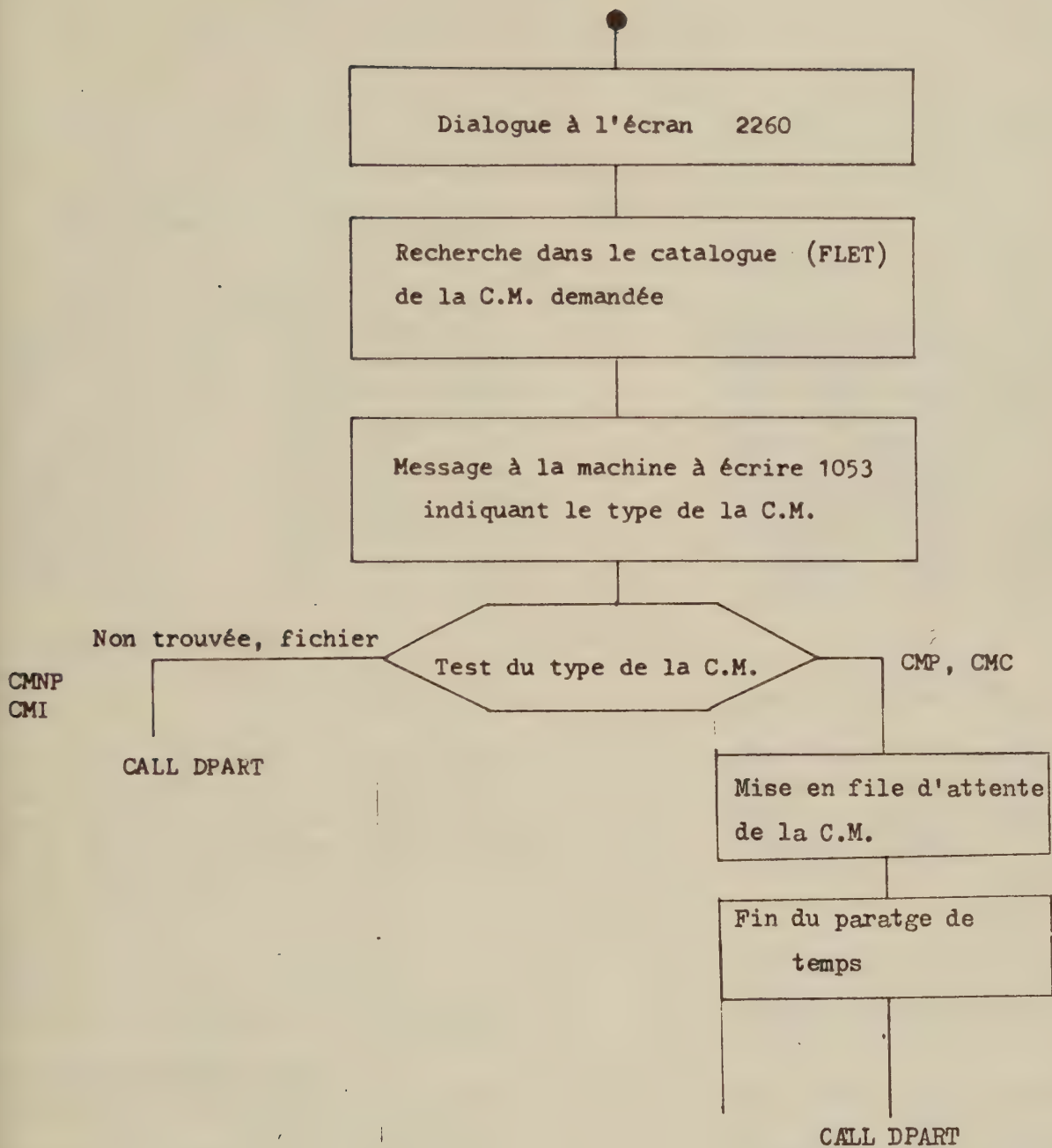
RT : traitement proprement dit



LIGNES

1	MONITEUR PROCESSUS
2	CODES
3	0 = MISE EN FILE D'ATTENTE ET FIN DE T/S
4	1 = AFFICHAGE FILE D'ATTENTE
5	2 = ZONES DE PREPARATION
6	3 = REARMEMENT PROTECTION ACQUISITION
7	4 = DUMP DU SQUELETTE
8	5 = PROGRAMME EN COURS
9	6 = PREPARATION
10	7 = INITIALISATION
11	8 = INITIALISATION EN MODE ADRESSABLE FM
12	CODE CHOISI ►

MONI 3



PROGRAMMES DU SYSTEME TSX

*****EN SQUELETTE

MD012 SI A GRA 00010 0771
IOBM S A MD012 AJO 00010 0271
MOD6 SI A AJO 00010 0771
INTLE SI A AJO 00010 0271
DETMP S AF JCT 00010 0571
ARTMP S AF AMA 00010 0571
TEMPR SI A PCO 00010 0271
I1301 SI A DAZ 00010 0271
I1302 SI A DAZ 00010 0271
I1303 SI A DAZ 00010 0271

INTERRUPTIONS DE CYCLE
ECRITURE GDE TABLES SUR BANDE
INTERRUPTIONS BANDE RAPIDE
INT CANAUX E/S NUMERIQUES
DEPART TEMPORAIRE
ARRET TEMPORAIRE
INT TEMPS PREDETERMINES
INTERRUPT DEPART TEMPORAIRE
INTERRUPT ARRET TEMPORAIRE
INTERRUPT STOP ACQUISITION

*****COLD START

CLDS1 M CLDS DAZ 00010 0771
SECOU M DAZ 00010 0571

CMP DE COLD START
CMP COLD START DE SECOURS

*
CLDS P F CLDS1 DAZ 00010 0771
MIDI S AF CLDS DAZ 00010 0271
PAVAL S AF CLDS DAZ 00010 0271
RECQ S AF CLDS DAZ 00010 0571
SAV6 S A CLDS DAZ 00010 0271
SV012
ORTF
GOMP
EXPAN
RADIS S AF SECOU DAZ 00010 0271

COLD START (ET RELOAD)
RECHARG. MOAS,INDAC
ALLUMAGE PAVES CONSOLE
RECHARGT INSKEL
SAUVEGARDE NOT RESERVE NIV. 6

RAZ MOAS ET INDAC SUR DISQUE

*****PREPARATION

PREP3 I PREPO DAZ 00010 0271

CMI PREPARATION ACQUISITION

*
PREPO PI F PREP3 DAZ 00010 0271
AZL S AF PREPO DAZ 00010 0271
CHOIX S AF PREPO DAZ 00010 0271
AE S AF PREPO DAZ 00010 0271
PERM S AF PREPO DAZ 00010 0271
LE S AF PREPO DAZ 00010 0271

PREPARATION DES ACQUISITIONS
AFFICHAGE 2260 OCCUPATION ZONES
CHOIX DE LA ZONE
AFFICHAGE 2260 ETIQUETTE
CHOIX SI PERMANENTE
LECTURE ETIQUETTE

E2260
FOREX S AF PREPO DAZ 00010 0271
VISAC S A PREPO LCA 00010 0271
TVI53 S A PREPO LCA 00010 0271
TRACO S A PREPO LCA 00010 0271

FOREC SANS CALL LANOD
CONSTITUTION D UN ECRAN
IMPRESSION ECRAN SUR 1053
TRADUCTION DE CODES

*****INITIALISATION

INIT1 I INIT DAZ 00010 0771
INIT2 I INAT JCT 00010 0771

CMI INITIALISATION
CMI INITIALISATION FM SYN. ADRESS.

*
INIT P F INIT1 DAZ 00010 0771
INAT P F INIT2 JCT 00010 0771
LPR S F INIT DAZ 00010 0271
M2260 S AF INIT DAZ 00010 0571
DPROG S AF INIT LCA 00010 0271

INITIALISATION
INITIALISATION FM SYN. ADRESSABLE
LECTURE DE LA PREPARATION
2EME ECRAN 2260
ALLUME PROG EN COURS

ROMO S F INIT DAZ 00010 0271
ESPI S AF INIT DAZ 00010 0271
REEL S AF INIT DAZ 00010 0271
ABLE S AF INIT JCT 00010 0771
ASAD S AE INAT JCT 00010 0771
VO12 S AF INIT DAZ 00010 0571
AV6
ABEL S F INIT JCT 00010 0771
ECO S AF INIT DAZ 00010 0771
I S AF INIT DAZ 00010 0271
MPRD S AF INIT DAZ 00010 0771
ZO S AF INIT DAZ 00010 0271
HOIX
EC S AF INIT DAZ 00010 0271
2260
ANUD S AF INIT DAZ 00010 0271
IAEC
ADDR
IID S AF INIT DAZ 00010 0271
RTF
DMP
KPAN

*****ARRET DEFINITIF

EV16 I CMI16 AJO 00010 0771
MI16 PI F LEV16 AJO 00010 0771
PROG S AF CMI16 LCA 00010 0271
SO12 S AF CMI16 DAZ 00010 0571
EST6 S AF CMI16 DAZ 00010 0271
IBAN S F CMI16 AJO 00010 0571
RCHE S AF CMI16 AJO 00010 0771

*****MARQUE DE BANDE

EV19 I NIV19 DAZ 00010 0771
IV19 PI A LEV19 DAZ 00010 0771

*****TEMPS REEL

ERE2 M RERE DAZ 00010 0271
EALO P F DAZ 00010 0771
UAIT S AF REALO DAZ 00010 0271
ES20 S AF REALO DAZ 00010 0271

*****UTILITAIRES

ONIP I DAZ 00010 0571
ONIB C MUNIB DAZ 00010 0571
EL M DAZ 00010 0271
TIQU M ETIKA JCT 00010 0271
TAT M DAZ 00010 0471
EARM C DAZ 00010 0771
DMP1 C DAZ 00010 0271
ASQ M DAZ 00010 0271
NMQ M DAZ 00010 0271
ESM M DAZ 00010 0271

PROGRAMMATION DES MODULES

RAZ PISW NIV 13
QUESTION SI TEMPS REEL
CONSTRUCTION INSKEL
CONSTR. INSKEL FM SYN. ADRESSABLE
SAUVEGARDE MOT RESER NIV CYCLE

ETIQUETTE BANDE ACQUISITION
SAUVEGARDE INSKEL SUR DISQUE
ENVOI TEMPS INITIAL FM
ENVOI 1ER TEMPS PREDET FM
AFFICHAGE 2260 OCCUPATION ZONES

AFFICHAGE 2260 ETIQUETTE

PROGRAMMATION DES MODULES

RECOPIE MOAS SUR DISQUE

CMI ARRET DEFINITIF

ARRET DEFINITIF ACQUISITION

ETEINT PROG EN COURS
RESTAU MOT RESER NIV CYCLE
RESTAURATION MOT RESERVE NIV. 6
3 M. DE BDE., REEMBOB. 9P RAPIDE
MESSAGES ERREUR ACQUISITION

INT MARQUE BANDE 9PISTES RAPIDE

-MARQUE DE BANDE 9PISTES RAPIDE

CM DE RESTART POUR TEMPS REEL

TRAIT TEMPS REEL
ATTENTE DES INTERRUPTIONS
RAZ PISW NIV 20

CMI MONITEUR PRINCIPAL
MISE EN ATTENTE DES CM
AFFICHAGE QUEUE AU 2260
AFF 2260 TOUTES ETIQUETTES ZONES
AFFICHAGE 2260 TRAVAUX EN COURS
REARMER PROTECTION ACQUISITION
DUMP DU SQUELETTE
MASQUAGE AUX CLES
DEMASQUAGE AUX CLES
TEST ETAT DES MASQUES

ISW	S	A	MONIP	DAZ	00010	0271
ONIB	PI	A	MONI3	DAZ	00010	0571
TIKA	P	F	ETIQU	JCT	00010	0271
PDUM	S	F		DAZ	00010	0371
NC01	SI	A		DAZ	00010	0571
RTF	S	A		DAZ	00010	0271
OMP	S	A	ORTF	DAZ	00010	0271
XPAN	S	A	ORTF	DAZ	00010	0271
IAEC	S	AF		DAZ	00010	0271
2260	S	A		BER	00010	0271
ISP	S	A		BER	00010	0271
ADDR	S	AF		IBM	00010	0271
SHAD	S	AF		IBM	00010	0271
CLE	S	AF		BER	00010	0271
CLE	S	AF		BER	00010	0271
AGOP	S	AF		IBM	00010	0271
AGTX	S	A		AMA	00010	0571
AGOX	S	AF		AMA	00010	0571

PSEUDO BIT DE PISW
 MISE EN ATTENTE DES CM
 LECTURE ETIQU. ZONES PREP.
 DUMP ZONE VARIABLE
 INTERDICTION DU MONITEUR
 RECHERCHE DANS CATALOGUE DES CM
 CONVERSION EBCDIC EN 6 BITS
 CONVERSION 6 BITS EN EBCDIC
 DIALOGUE 2260
 ROUTINE E/S SUR 2260
 E/S SUR 2 ECRANS 2260
 CALCUL ADRESSE VARIABLE FORTRAN
 CALCUL ADRESSE SOUS PROGRAMME
 LECTURE CLES DCB
 LECTURE CLES EN BINAIRE
 E/S BANDES LENTES
 ENTREES/SORTIES BANDE 9P RAPIDE
 E/S BANDE RAPIDE EN FORTRAN

*****PROGRAMMES DE TEST

IRAZ	M		JCT	00010	0771
CMI	M		DAZ	00010	0771
ESTR	M	REALO	DAZ	00010	0271

MASQUAGE ET RAZ TOUS PISW
 TEST DE LEV16
 ESSAI DE CMP DE TEMPS REEL

LEGENDE

OL. 0 = NOM DU PROGRAMME
 OL. 7 = TYPE (S=SOUS PROGRAMME, I=INTERRUPTION, P=PRINCIPAL,
 M=CM, I=CMI, C=CMC, BLANC=CMNP)
 OL. 10 = LANGAGE (F=FORTRAN, A=ASSEMBLEUR, AF=ASM APPELABLE EN FOR.)
 OL. 13 = NUM DU PROGRAMME PRINCIPAL OU DE LA CM.
 OL. 19 = NOM DU PROGRAMMEUR
 OL. 23 = NUMERO DU DISQUE
 OL. 29 = DATE

ASSIGNATION DES NIVEAUX DE PRIORITE EN TSX

IV BIT ETAT IAC PRIO AREA FONCTION

0	PISW	33				CYCLE ET SOUS CYCLE PCM
0	PISW	33				CYCLE FM
0	PISW	33				CYCLE QUATANT
0	DSW	0				TIMERS
1	PISW	33				NON CABLE
0	DSW	20	11	26		ENT. NUM. BASE DE TEMPS (RPQ)
0	DSW	12	6	12		SORTIE ADRESSE FM (DAUP)
						OU IMPRIMANTE RAPIDE
						SORTIES ANALOGIQUES
0	DSW	30	0	30		BANDE 9 PISTES RAPIDE
0	DSW	4	1	4		DISQUE 0
1	DSW	8	2	8		DISQUE 1
2	DSW	9	3	9		DISQUE 2
3	DSW	14	4	14		BANDES 9P ET 7P LENTES
0	DSW	21	10	25		ENT. NUM. QUATANT (RPQ)
1	DSW	11	7	11		ENT. NUM. FM (DI)
2	DSW	22	8	27		ENT. NUM. PCM (RPQ)
0	DSW	23	12	29		SORTIE NUM. MI (RPQ)
0	DSW	24	9	18		ECRAN CATHODIQUE 2260 (RPQ)
1	DSW	1				MACHINE A ECRIRE 1816
1	DSW	36				MACHINE A ECRIRE 1053
2	DSW	32				PUPIRE 1800
2	DSW	2	5	2		LECTEUR PERFO 1442
2	DSW	6	13	6		IMPRIMANTE 1443
3	PISW	33				DEPARTS ARRETS ACQUISITION
4	PISW	33				ENVOIS MANUEL CONTROLE
5	PISW	33				DETECTEUR D EVENEMENTS 1ER GROUPE
6						INTERRUPTION PROGRAMMEE
7	PISW	33				COMPTE RENDU EN MANUEL CONTROLE
8	PISW	33				MANUEL, MC., 2EME GROUPE DETEC., FIN EV1., FIN PAP.
9	PISW	33				SECONDE RONDE, MARQUE DE BANDE, FIN DE SING.
0	PISW	33				CONSOLE DE COMMANDE, MONITEUR, FIN PO.

LEGENDE:

NIV=NIVEAU DE PRIORITE, BIT=BIT DE L ILSW, ETAT=MOT D ETAT,
PRIO=PRIORITE DU CANAL, AREA=ADRESSE DU CANAL

Niveau	Bit PISW	FONTION
0	0	Cycle PCM
	1	Sous cycle PCM
	2, 3	non cablé
1	4	Cycle FM
	5, 6, 7	non cablé
2	8	Cycle QUATANT
	9, 10, 11	non cablé
3	12, 13, 14, 15	non cablé
13	0	temps prédéterminé
	1	départ temporaire
	2	arrêt temporaire
	3	stop acquisition
14	4	envoi RE (I1)
	5	envoi 16 inverseurs (I3)
	6	envoi clavier base de temps (I4)
	7	non cablé
15	8, 9, 10, 11	événements 1 à 4
17	0	compte rendu normal
	1	compte rendu anormal
	2, 3	non cablé
18	4, 5, 6, 7	évènements 5 à 8
	12	manuel
	13	manuel contrôlé
	14	fin de mouvement
	15	fin de papier
19	8, 9	seconde ronde B1 et B2
	10	marque de bande
	11	fin de simulation
20	12, 13	boutons console non utilisés
	14	moniteur
	15	fin de pointé.

...

BIT
NIVEAU

PSEUDO BIT

